



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

**MODERNÍ PŘÍSTUPY K PROJEKTOVÁNÍ ELEKTRICKÝCH
ZAŘÍZENÍ SE ZAMĚŘENÍM NA ŽELEZNIČNÍ STAVBY**

MODERN APPROACHES TO DESIGNING ELECTRICAL EQUIPMENT WITH A FOCUS ON RAILWAY
CONSTRUCTION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Forejtník

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

BRNO 2020

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor **Elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

Student: Bc. Jan Forejtník

ID: 171829

Ročník: 2

Akademický rok: 2019/20

NÁZEV TÉMATU:

Moderní přístupy k projektování elektrických zařízení se zaměřením na železniční stavby

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Rešerše a přehled elektrických zařízení pro dopravní infrastrukturu se zaměřením na železniční stavby pro část silnoproudé elektrotechniky
2. Trendy a směry v projektování zařízení v oblasti železničních staveb (BIM)
3. Softwarové nástroje pro podporu projektování elektrických zařízení podle metody BIM
4. Zpracování ukázkového projektu podle metody BIM
5. Porovnání způsobů projektování
6. Doporučený postup pro projektování elektrických zařízení podle metody BIM

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 3.2.2020

Termín odevzdání: 1.6.2020

Vedoucí práce: Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Bibliografická citace práce:

FOREJTNÍK, Jan. Moderní přístupy k projektování elektrických zařízení se zaměřením na železniční stavby [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-06-01]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/127226>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky. Vedoucí práce Branislav Bátora. 66 stran.

„Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma Moderní přístupy k projektování elektrických zařízení se zaměřením na železniční stavby jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.“

V Brně dne: 1. června 2020

.....

PODĚKOVÁNÍ: Mé poděkování patří vedoucímu práce Ing. Branislavu Bátorovi, Ph.D. a konzultantům ze společnosti AFRY CZ s.r.o. Ing. Tomáši Tomovi, Bc. Radku Hornochovi, absolventovi Uppsala University Omaru Azamovi a Ing. Karlu Dedkovi za všestrannou pomoc a podnětné připomínky.

ABSTRAKT

Téma „Moderní přístupy k projektování elektrických zařízení se zaměřením na železniční stavby“ reaguje na rozhodnutí vlády České republiky o zavedení metody BIM pro státní nadlimitní zakázky od 1. ledna 2022. Metodu BIM vláda vyhodnotila jako účinný nástroj k digitalizaci stavebnictví.

Diplomová práce řeší způsob projektování silnoproudých zařízení, technologií a rozvodů na železnici podle této nové metody. Práce shrnuje informace o aktuálním způsobu projektování, používaných silnoproudých elektrických zařízeních na železnici, blízké i vzdálené budoucnosti provozu železnice, organizaci správy a údržby řešených zařízení. Rozebírá princip metody BIM a základní softwarové řešení podporujících projekční činnost podle této nové metody. Podrobně je popsán také software Promis.e vydávaný firmou Bentley, který podporuje projektování elektrických zařízení liniových staveb právě podle této metody.

Metoda BIM je prostředkem k naplnění podstaty Stavebnictví 4.0. Využívá k tomu jednotných datových formátů, společného datového prostředí, pracováním negrafických informací.

V rámci druhé části diplomové práce byla zpracována výkresová dokumentace pro ukázkový projekt silnoproudých rozvodů železniční stanice. Nejdříve byla tvořena pomocí softwaru AutoCAD. Následně ukázkový projekt demonstuje základní principy metody BIM pomocí softwaru Promis.e. Dále je tento projekt vyhodnocován, jsou porovnávány oba způsoby projektování. Je navržen postup zavádění metody BIM na projektování elektrických zařízení v konkrétní projekční firmě a jsou diskutovány další možné kroky v práci se softwarem Promis.e. Je popsán způsob vytváření a doplňování knihoven prvků.

V závěru diplomové práce je konstatováno, že pro úspěšné zvládnutí projekční práce podle metody BIM je nutné mít zkušenosti s projekční prací v daném oboru, znát principy metody BIM, zvolit vhodné softwarové řešení, průběžně a důkladně spravovat tyto nástroje a proškolit personál. Za těchto podmínek bude možné plně využít potenciál metody BIM.

KLÍČOVÁ SLOVA: BIM; Informační modelování staveb; projektování; elektrická zařízení; liniové stavby; železniční stavby; Stavebnictví 4.0; jednotný datový formát; stupeň detailu BIM; cyklus informačního modelu; společné datové prostředí; software; Promis.e; knihovna prvků; negrafické informace

ABSTRACT

The topic Modern Approaches to Designing Electrical Equipment with a Focus on Railway Construction responds to the decision of the Government of the Czech Republic to introduce the BIM method for government over-the-counter contracts from 1 January 2022. The government evaluated the BIM method as an effective tool for digitizing the construction industry.

The diploma thesis deals with the method of designing high-current equipment, technologies and distribution on railways according to this new method. The work summarizes information about the present method of design, used high-current electrical equipment on the railway, the near and distant future of railway operation, the organization of administration and maintenance of equipment. It discusses the principle of the BIM method and basic software solutions supporting design activities according to this new method. The Promis.e software published by Bentley is also described in detail, which supports the design of electrical equipment for linear structures according to this method.

The BIM method is a means of fulfilling the essence of Construction 4.0. It uses uniform data formats, a common data environment, working with non-graphic information.

In the second part of the diploma thesis, the drawing documentation for the sample project of high-current distribution of the railway station was prepared. It was first created using AutoCAD software. After that, the sample project demonstrates the basic principles of the BIM method using Promis.e software. Furthermore, this project is evaluated, both methods of design are compared. The procedure of introducing the BIM method for the design of electrical equipment in a specific design company is proposed and other possible steps in working with the Promis.e software are discussed. The way of creating a and adding element libraries is described.

At the end of the diploma thesis it is stated that to successfully master the design work according to the BIM method, it is necessary to have experience with design work in the field, know the principles of the BIM method, choose a suitable software solution, continuously and thoroughly manage these tools and train staff. Under these conditions, it will be possible to make full use of the potential of the BIM method.

KEY WORDS: BIM; Building Information Modeling; designing; electrical equipment; line constructions; railway constructions; Construction 4.0; uniform data format; BIM level detail; BIM Workflow; Common Data Environment; software; Promis.e; element library; non-graphic information

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	10
1 ÚVOD	13
2 SILNOPROUDÁ ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ ŽELEZNIČNÍCH STAVEB.....	14
2.1 DĚLENÍ ELEKTROTECHNICKÉ PROFESE	14
2.2 POPIS VYBRANÝCH ZAŘÍZENÍ.....	14
2.3 ORGANIZACE SPRÁVY ŽELEZNIČNÍCH STAVEB.....	17
2.4 SMĚR REKONSTRUKCÍ A INOVACÍ	18
3 TRENDY A SMĚRY PROJEKTOVÁNÍ ZAŘÍZENÍ V OBLASTI ŽELEZNIČNÍCH STAVEB (BIM)	20
3.1 AKTUÁLNÍ ZPŮSOB PROJEKTOVÁNÍ.....	20
3.1.1 LEGISLATIVA	20
3.1.2 POSTUP PRÁCE PROJEKTANTA	24
3.1.3 PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE.....	25
3.2 HISTORIE PROJEKTOVÁNÍ	27
3.3 TRENDY.....	27
3.4 METODA BIM.....	28
3.4.1 PRINCIP METODY BIM	28
3.4.2 BIM VE SVĚTĚ	32
3.4.3 ČESKÁ REPUBLIKA	33
3.5 ELEKTROTECHNICKÁ PROFESE PODLE METODY BIM	34
4 SOFTWARE NÁSTROJE PRO PODPORU PROJEKTOVÁNÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ PODLE METODY BIM	35
4.1 SOFTWARE NÁSTROJE POUŽITELNÉ PRO BIM	35
4.2 PROMIS.E	37
5 ZPRACOVÁNÍ UKÁZKOVÉHO PROJEKTU PODLE METODY BIM	40
5.1 ZADÁNÍ	40
5.2 PODKLADY.....	40
5.3 ROZVAHA.....	41
5.4 TVORBA UKÁZKOVÉHO PROJEKTU V AUTOCADU.....	41
5.5 TVORBA UKÁZKOVÉHO PROJEKTU V PROMIS.E	42
5.5.1 TVORBA KNIHOVNY PRVKŮ	42
5.5.2 TVORBA MODELU.....	49
5.5.3 VÝSTUPY.....	54
5.5.4 PŘEDÁNÍ MODELU ZADAVATELI	54
5.5.5 DALŠÍ MOŽNÝ POSTUP V PŘÍPRAVĚ PROMIS.E	55
6 POROVNÁNÍ ZPŮSOBŮ PROJEKTOVÁNÍ	56

7 DOPORUČENÝ POSTUP PRO PROJEKTOVÁNÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ PODLE METODY BIM.....	57
8 ZÁVĚR.....	58
POUŽITÁ LITERATURA	60

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Postavení SŽ (do 31.12.2019 SŽDC) v rámci železničního sektoru v České republice</i>	<i>17</i>
<i>Obr. 2 Strategická mapa Ministerstva dopravy</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 3 Postavení projektu elektrických rozvodů ve fázích výstavby s naznačením základních vztahů ve výstavbě.</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 4 Přibližný vývoj využití prostředků k projektování na našem území v čase</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 5 BIM informační modelování staveb</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 6 BIM - Úroveň využití výpočetní techniky</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 7 Stupně detailního provedení BIM modelu.....</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 8 Cyklus informačního modelu / dle PAS I162</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 9 Význam společného datového prostředí.....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 10 Porovnání nejpoužívanějšího softwaru na trhu pro práci podle metody BIM.....</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 11 Funkce Promis.e</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 12 Základní pracovní prostředí s příkladem zobrazení</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 13 Celková podkladová dispozice obsahující osy kolejí a trakční vedení</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 14 Detail podkladu.....</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 15 Přiřazení prvku do knihovny prvků - příklad zadání negrafických informací.....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 16 Budova trafostanice (pasivně chlazená VN místnost, NN místnost a kabelový prostor) ..</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 17 Olejový transformátor VN / NN - staženo z webové stránky CADfórum a upraveno.....</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 18 VN rozvaděč s levými dveřmi a rozměry 1750 x 500 x 1000 mm</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 19 NN rozvaděč s levými dveřmi a rozměry 2200 x 600 x 500 mm</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 20 NN rozvaděč s levými dveřmi a rozměry 400 x 300 x 200 mm</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 21 NN rozvaděč skříňový a rozměry 1500 x 1500 x 400 mm.....</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 22 Kabelová chránička s víkem 0,5 m pod povrchem s vnitřním rozměrem 175 x 150 mm ..</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 23 Kabelový protlak s průměrem 50 mm</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 24 Ekvipotenciální svorkovnice s rozměry 60 x 130 x 60 mm</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 25 Uzemňovací průchodka s rozměry 80 x 250 x 80 mm.....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 26 Uzemňovací pásek 1 m pod povrchem s rozměry 30 x 10 mm.....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 27 Světlo s rozměry 200 x 200 x 100 mm.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 28 Zářivkové světlo s rozměry 1300 x 200 x 150 mm - staženo z webové stránky CADfórum a upraveno.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 29 Osvětlovací stožár s výškou 20 m.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 30 Osvětlovací věž s výškou 25 m</i>	<i>48</i>

<i>Obr. 31 Svorkovnicová skříňka topných těles EOVS s rozměry 160 x 160 x 200 mm</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 32 Srážkové čidlo s rozměry 500 x 500 x 1000 mm</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 33 Vypínač s rozměry 80 x 80 x 30 mm - staženo z webové stránky CADforum</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 34 Dvojitá zásuvka s rozměry 80 x 120 x 30 mm - staženo z webové stránky CADforum.....</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 35 Pohled na BIM model silnoprůdých zařízení a rozvodů železniční stanice.....</i>	<i>50</i>
<i>Obr. 36 Pohled na půdorys modelu části železniční stanice.....</i>	<i>50</i>
<i>Obr. 37 Pohled na model zařízení EOVS</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 38 Boční pohled na model trafostanice VN / NN.....</i>	<i>52</i>
<i>Obr. 39 Pohled na půdorys modelu trafostanice VN / NN.....</i>	<i>52</i>
<i>Obr. 40 Pohled na model trafostanice VN / NN.....</i>	<i>53</i>
<i>Obr. 41 Schéma vnitřního spojení rozvaděče NN ROZVADEC 1.3.....</i>	<i>54</i>

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

- 2D - Two-dimensional space (Dvojměrný prostor)
- 3D - Three-dimensional space (Trojměrný prostor)
- AC - Alternating current (Střídavý proud)
- AIM - Asset Information Model (Informační model majetku)
- BIM - Building Information Modeling (Informační modelování staveb/budov)
- BEP - BIM execution plan (Prováděcí plán tvorby BIM modelu)
- CAD - Computer-aided design (Počítačem podporované projektování)
- CAD systém - Computer-aided drafting (Počítačem podporované kreslení)
- CAE - Computer-aided engineering (Počítačem podporované inženýrské analyzování)
- CAPEX - Capital Expenditures (Investiční náklady)
- CBE - Computer-based engineering (Počítačem podporované inženýrské optimalizování)
- CD - Compact disc (Kompaktní disk)
- CDE - Common Data Environment (Společné datové prostředí)
- COBie - Construction Operations Building Information Exchange (Jednotný datový formát)
- ČD - České dráhy a.s.
- ČR - Česká republika
- ČSN - České technické normy
- DC - Direct Current (Stejnoseměrný proud)
- DD - Dokumentace dodavatele
- DPSŘ - Dopracování projektového souhrnného řešení
- DSM - Digital Single Market (Jednotný digitální trh)
- DSP - Projektová dokumentace pro vydání stavebního povolení
- DSPS - Dokumentace skutečného provedení stavby
- DÚR - Dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby
- DVD - Dokumentace pro výběr dodavatele (zadávací/tendrová)
- EDMS - Electronic Document Management System (Systém pro správu elektronických dokumentů)
- EIR - Employer's Information (Informační požadavky zadavatele)
- EN - European norms (Evropské normy)
- ENV - European pre-standard (Evropské předběžné normy)
- EOV - Elektrický ohřev výměn
- EPZ - Elektrické pevné napájecí zařízení drážních kolejových vozidel

ERTMS - European Rail Traffic Management System (Evropský systém řízení železniční dopravy)

ETCS - European Train Control System (Evropský vlakový zabezpečovací systém)

ETSI - European Telecommunications Standards Institute (Evropský ústav pro telekomunikační normy)

EU - Evropská unie

FIDIC - Fédération Internationale des Ingénieurs-Conseils (Smluvní podmínky pro výstavbu)

GSM-R - Global System for Mobile Communications - Railway (Mezinárodní standard bezdrátové komunikace určený pro železniční aplikace)

HD - Harmonizační dokumenty

ID - Identifier (Identifikační znak)

IEC - International Electrotechnical Commission (Mezinárodní elektrotechnická komise)

IFC - Industry Foundation Class (Jednotný datový formát)

ITS - Inteligentní dopravní systémy

ISO - International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro standardizaci)

KNX - Konnex (Otevřený standard pro automatizaci budov)

MD - Ministerstvo dopravy České republiky

MIDP - Master Information Delivery Plan (Plán předávání informací)

MPO - Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky

NN - Nízké napětí

OPEX - Operating Expenditures (Provozní náklady)

OTSKP - Oborový třídník stavebních konstrukcí a prací

P - Projekt

PD - Přípravná dokumentace

PDPS - Projektová dokumentace pro provádění stavby

PIM - Project Information Model (Informační model projektu)

PSŘ - Projektové souhrnné řešení

ŘSD - Ředitelství silnic a dálnic ČR

SFDI - Státní fond dopravní infrastruktury

SŽ - Správa železnic, státní organizace

SŽDC - Správa železniční dopravní cesty, státní organizace

TNŽ - Technické normy železnic

TZB - Technické zabezpečení budov

UV - Ultra violet (ultrafialová)

VN - Vysoké napětí

VRT - Vysokorychlostní trať

1 ÚVOD

Naše společnost vstoupila do doby čtvrté průmyslové revoluce. Tato doba je charakterizována masovým nasazením informačních technologií. Díky těmto vymoženostem se propojí všechny sféry lidské činnosti, ale jejich adaptace probíhá různým tempem.

O způsobech přizpůsobení jednotlivých oblastí se rozhoduje na státní úrovni. Pro modernizaci oboru stavebnictví bylo vládou české republiky rozhodnuto o zavedení metody BIM (Building Information Modeling) pro státní nadlimitní zakázky od 1. ledna 2022.

Zavedením metody BIM se předpokládá urychlení procesu výstavby, snížení nákladů jak na výstavbu, tak na provoz, zpřehlednění celého procesu, efektivnější spolupráce a tím snadnější řešení kolizí a mnoho dalších. Metoda BIM je světový trend a pro stavební trh České republiky je zatím úplnou novinkou. Mnohé země se touto cestou v některých oblastech vydaly už před několika desítkami let a lze se od nich mnohé naučit.

Implementaci metody BIM má v České republice v kompetenci ministerstvo průmyslu a obchodu a podílí se na něm ministerstvo dopravy potažmo Státní fond dopravní infrastruktury.

Využití této metody je velkou výzvou pro všechny strany zúčastněné v oboru stavitelství. Pro stavitele dopravních cest se jedná o odlišný přístup vzhledem k dnešní běžné praxi.

V rámci této diplomové práce je řešeno projektování silnoprůdých zařízení, technologií a rozvodů na železnici podle metody BIM. Byl vybrán software Promis.e vhodný pro modelování liniových staveb. Pomocí tohoto softwaru byl tvořen ukázkový projekt. Tento ukázkový projekt slouží k získání zkušeností práce se softwarem, k porovnání s klasickým projektováním a ke zjištění možných komplikací.

Vyhodnocení přínosu metody BIM pro elektrotechnickou profesi je výstupem této práce.

2 SILNOPROUDÁ ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ ŽELEZNIČNÍCH STAVEB

Elektrická zařízení železničních staveb podporují zabezpečení plynulého a bezpečného provozu na železnici. Tato zařízení je nutné naprojektovat, vyrobit a instalovat, správně provozovat, opravovat, modernizovat, rozšiřovat apod. Tomu se věnuje elektrotechnická profese, kterou je, ale vzhledem k povaze a komplexnosti železničního systému, třeba dále dělit.

2.1 Dělení elektrotechnické profese

Odborný personál elektrotechnické profese se na železnici dělí na:

- specialista na silnoproudá zařízení a technologii
- specialista na silnoproudé rozvody a trakci
- specialista na sdělovací a zabezpečovací zařízení

Tyto osoby jsou vysokoškolsky vzdělány, mají praxi v projektování v oboru své specializace a jsou autorizovanými inženýry.

Tato práce se dále věnuje projektování silnoproudých zařízení, technologií a rozvodů.

2.2 Popis vybraných zařízení

Všechna zařízení používaná na dráze musí splňovat vlastnosti předepsané dokumentem Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah. Tento dokument je dělen na kapitoly pro různé kategorie zařízení a každá kapitola rozepisuje popis a kvalitu stavebních materiálů, technologické postupy prací, dodávku, skladování a průkazní zkoušky, odebírání vzorků a průkazní zkoušky, přípustné odchylky, míru opotřebení, záruky, klimatická omezení, odsouhlasení a převzetí prací, kontrolní měření, ekologii, bezpečnost práce a technických zařízení, požární ochranu a související normy a předpisy.

Elektrická zařízení, která spadají pod část Trakční a energetické rozvody a konkrétně pak pod Elektrické rozvody, definují kapitoly:

- Kapitola 26 Osvětlení, EOV, Stožárové transformovny VN/NN, Rozvody NN včetně dálkového ovládání [1]
- Kapitola 29 Silnoproudá technologická zařízení [2]
- Kapitola 30 Silnoproudé rozvody VN, soustava 6 kV a 22 kV, napájení z TV [3]

Instalace a provoz těchto zařízení jsou závislé na ostatních kapitolách 1 - 33 a jedná se o tato zařízení:

Trafostanice a měnírny

Distribuční transformovny jsou budovány pro místní napájení NN zařízení z trakčního vedení. Konkrétně vlakové stanice jsou napájeny jak z elektrické přípojky přes transformátor AC 22 / 0,4 kV, tak přes distribuční transformovnu z trakce přes transformátor AC (jedna fáze) 25 / 0,4 kV nebo měnírnu DC 3 nebo 1,5 / 0,4 kV (primární obvod je uzavřen ukolejněním přes stykový transformátor). Pokud jde o neelektrizovanou trať, je napájení provedeno dvěma na sobě nezávislými elektrickými přípojkami veřejného poskytovatele (E.on, ČEZ, atd.) obvykle

22 kV nebo 6 kV magistrálním rozvodem v majetku Správy železnic. Způsob napájení lze přepínat. Ve stejném místě je zřízený bod pro připojení dieselgenerátoru.

Transformátory

Transformátory jsou instalovány suché i olejové (musí být zabráněno úniku oleje do terénu) a montovány na předem vybudovaný základ vhodně upravený pro kabely a zemní svod. Instalované výkony jsou v typové řadě 50 - 630 kVA.

Rozvaděče

Rozvaděčové skříně a jejich výstroj jsou kompletovány podle potřeb jednotlivých projektů. Základní používané typy se dělí podle prostředí umístění, napětové hladiny a dalších parametrů konkrétních zařízení pro které jsou určeny. Konstrukce je nejčastěji z plastu či kovu, určena pro vnější nebo vnitřní použití, opatřena nátěry, s možností uzamčení odnímatelných krytů speciálním klíčem případně zámkem. Jsou opatřeny přípojnými body uzemnění, ochranou proti UV záření pokud to jejich konstrukce vyžaduje. Dále jsou na viditelných místech vybaveny informativními a výstražnými tabulemi. Jsou montovány na předem vybudovaný základ vhodně upravený pro kabely a zemní svod.

Kabelové trasy

Kabelová trasa je provedena výkopem v zemi, protlakem, na kabelových lávkách, ve žlabech na mostních konstrukcích, případně jako zavěšené. Trasa je prioritně vedena na pozemku dráhy, pokud pozemkové dispozice jsou takové, že kabelovou trasu je nutno vést přes jiný než drážní pozemek, je s vlastníkem dotčeného pozemku jednáno o vykoupení nebo zřízení věcného břemene (neboli nově podle občanského zákoníku „služebnost“).

Pokud je trasa provedena výkopem, je hloubka výkopu závislá na druhu užívání dotčené plochy (jedná-li se o plochu pojižděnou je hloubka výkopu větší než hloubka výkopu podél širé trati). Ve výkopech jsou kabely uloženy na 10 cm vysokém pískovém loži nebo na přesáté zemině, v chráničkách nebo v kabelovodech. Pod výkopem je umístěn zemní pásek, pokud nejde o kabely zabezpečovací nebo sdělovací technologie. Plastové trubky a chráničky jsou odolné teplotám, UV záření a mechanickému namáhání. Kabely ve výkopu jsou překryty barevnou folií, která je umístěná 25 cm nad nimi. Barvy folií se dělí podle technologie, pro kterou je kabel určen:

- červená - silnoproudé kabely
- oranžová - sdělovací kabely a kabelovody
- modrá - železniční zabezpečovací a sdělovací kabely

Křížení kolejí je provedeno protlakem. Protlak začíná a končí nejméně 4 m od osy krajní koleje a je na tyto osy kolmý v hloubce určené tabulkou podchodů. Protlak je vyztužen ocelovým potrubím, opatřeným ochranou proti korozi, v němž je vložena chránička.

Pokud je potřeba překonat terénní nebo jinou překážku (např. potok, silniční podjezd) může být užito opět protlaků nebo kabelových lávek. Kabelové lávky jsou nejčastěji zhotoveny z vhodných materiálů dlouhé životnosti, většinou betonový základ a ocelová lávka. Po lávce jsou kabely vedeny nejčastěji ve žlabech.

Kabelové žlaby jsou používány ocelové na mostních konstrukcích a kabelových lávkách. V kolejovém loži se jedná o žlaby plastové nebo betonové, horní plocha jejich poklopu je nejméně 10 cm pod úrovní terénu.

Zavěšené vodiče jsou často použity jako trasa pro přívod vysokého napětí z trakčního/distribučního vedení do trafostanice. Trasa je vedena v závislosti na místních poměrech z vedení do trafostanice samonosným kabelem bez dalších podpěr nebo kabelem uchyceným na podpěrných bodech.

Kabely

Typ kabelu je závislý na napěťové soustavě (na dráze jsou používány 110, 35, 22, 10, 6, 3 a 0,4 kV). Kabely se používají celoplastové s měděnými i hliníkovými jádry. [4]

Jsou popsány na začátku, na konci, v průběhu každých 50 m a při křížení.

Uzemnění, ukolejnění

Uzemnění nebo ukolejnění je zřízeno kvůli ochraně před úrazem elektrickým proudem, ochraně elektrických zařízení před atmosférickým přepětím nebo kvůli správné činnosti zařízení. Uzemnění je provedeno kovovými tyčemi, pásy nebo trubkami (ošetřené proti korozi např. pozinkováním) umístěnými pod povrchem země v dané hloubce a spojených do jedné společné soustavy zemničů (spoje jsou provedeny spojkami, kontaktní plochy musí být čisté, celý spoj bývá ošetřen např. asfaltem), tak aby byl dodržen požadovaný zemní odpor této soustavy. Ukolejnění je vodivé spojení všech neživých částí přívodního vedení a ostatních zařízení v prostoru ohroženém trakčním vedením, která musejí být chráněna, s vedením zpětným při současném zajištění rychlého vypnutí poškozeného úseku trakčního vedení. [5] Ke kolejím s kolejovými obvody nesmí být ukoleňována elektrická zařízení NN se zapojeným ochranným vodičem. Ukolejňování a připojování elektrických zařízení s kolejemi (kromě EOv) se nesmí použít na neelektrizovaných tratích. Pro ukolejnění chráněných částí se používá zpětného kolejnicového vedení. Chráněné části jsou připojeny přímo nebo nepřímo např. průrazkou.

Spotřebiče

Osvětlení

Osvětlovací tělesa jsou umístěna na osvětlovacích stožárech, osvětlovacích věžích, podpěrách trakčního vedení, vhodných konstrukcích apod. Tělesa venkovních svítidel jsou zhotovena z trvanlivých materiálů, odolných vůči UV záření, vandalismu atd. Kvůli oslnění je definován maximální úhel natočení od svislé osy. Návrh osvětlení je poměrně specifická disciplína projektování a tedy je v této práci řešeno pouze napájení těchto zařízení.

Elektrický ohřev výměn (EOv)

Účelem instalace elektrického ohřevu výměn je zejména zvýšení spolehlivosti železniční dopravy v současné době omezené nutností manuálně odstraňovat v zimních měsících sněh z výhybek.

Toto zařízení je možné výkonově napájet z elektrické přípojky nejbližší stanice nebo z trakčního vedení. V případě napájení ze střídavé trakce 25 kV / 50 Hz je nutno zařadit transformovnu 25 / 0,4 kV a měničnu v případě napájení ze stejnosměrné trakce 3 kV. Napojení na trakční vedení přes odpojovač a pojistku. Za transformátorem či měničnou je umístěný NN rozváděč s jištěním a spínáním.

Elektrické pevné napájecí zařízení drážních kolejových vozidel (EPZ)

Elektrické pevné napájecí zařízení slouží k předtápění odstavených vlakových souprav. Spotřeba těchto zařízení je v jednotkách až stovkách kW podle počtu a typu vagónů.

Výtahy, čerpadla

Výtahy jsou instalovány do podchodů a drážních budov. Čerpadla jsou především instalovány do jímek podchodů. Tato zařízení jsou nejčastěji napájena ze sítě 0,4 kV o výkonu jednotek kW.

Vnitřní elektroinstalace

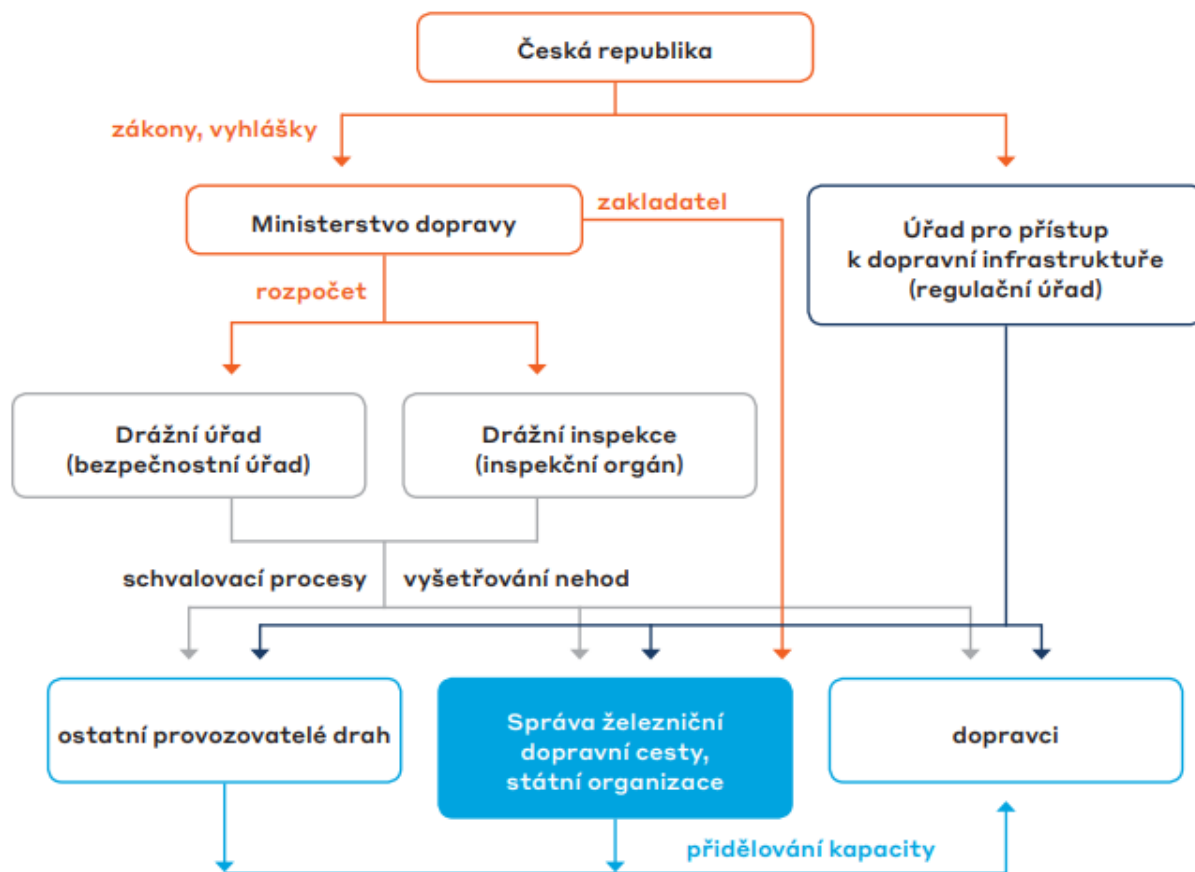
Vnitřní elektroinstalace je prováděna klasicky podle platných předpisů.

[1], [2], [3]

2.3 Organizace správy železničních staveb

Správu železniční dopravní cesty zabezpečuje státní organizace Správa železnic, státní podnik (SŽ) (do 31.12.2019 pod názvem Správa železniční dopravní cesty - SŽDC). Ta vznikla podle zákona Zákon č. 77/2002 Sb., spadá pod Ministerstvo financí a řídí se podle zákona Zákon č. 266/1994 Sb. o drahách v aktuálním znění a dalšími předpisy. SŽ plní funkci vlastníka a provozovatele dráhy, má tedy za úkol hospodařit s železničními drahami v majetku státu. [6]

Dokument platný pro přípravu jízdního řádu 2020 Prohlášení o dráze celostátní a regionální [7] komplexně informuje o aktuálním stavu organizace v železniční dopravě. Na obrázku *Obr. 1* jsou znázorněny vztahy základních organizačních jednotek.



Obr. 1 Postavení SŽ (do 31.12.2019 SŽDC) v rámci železničního sektoru v České republice [7]

Financování údržbových prací si zařizuje SŽ samo, většinou ze státního rozpočtu. Nové stavby jsou zaplacený skrz Státní fond dopravní infrastruktury (SFDI). Ten poskytuje na rozvoj železnice prostředky z veřejných rozpočtů.

2.4 Směr rekonstrukcí a inovací

Množství drážních staveb dnes již zastarává, proto SŽ průběžně rekonstruuje a modernizuje úseky tratí, stanice, zařízení a další prvky železniční dopravní cesty. Hlavními cíly těchto kroků je především zajištění bezpečnosti provozu, zvýšení cestovní rychlosti, zvětšení kapacity přepravy, poskytnutí vhodného komfortu, naplňování dopravní politiky ČR a další.

To se děje podle platných legislativních předpisů (např. koncepce a strategické dokumenty v ČR). Také se Česká republika zavázala, na základě Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1315/2013, o hlavních směrech Unie pro rozvoj transevropské dopravní sítě, podporovat rozvoj železniční infrastruktury. Modernizují se tedy zařízení sdělovací a zabezpečovací. Postupně se připojují jednotlivé úseky tratí do dálkového řízení z Centrálních dispečerských pracovišť. Hlavní koridory se upravují pro evropský systém řízení železničního provozu (ERTMS) a evropský vlakový zabezpečovací systém ETCS. Pokud je to možné přejezdy se nahrazují nadjezdy či podjezdy. O nádražních budovách se rozhoduje, jak budou dále využívány viz dokument Koncepce při nakládání s nemovitostmi osobních nádraží [8]. Přibývá elektrizovaných tratí a plánuje se přechod na střídavou trakci jednotnou na celém našem území. Pokračuje předprojektová příprava vysokorychlostních tratí. [9]

Elektrická trakce prochází dlouhým historickým vývojem několika napěťových hladin stejnosměrné a střídavé soustavy a to i ve vztahu k zahraničním soustavám. Dnes jsou na našem území provozovány soustavy stejnosměrná 3 kV, střídavá 25 kV, 50 Hz a také rakouská soustava 15 kV, 16 2/3 Hz na úseku Šatov st. Hr. - Znojmo přičemž se plánuje postupné sjednocení na střídavou soustavu 25 kV, 50 Hz. Toto sjednocení například přispívá ke zkracování jízdních dob, zvyšování intenzity dopravy, zvýšení energetické účinnosti snížením ztrát na vedení, kompatibilitu napájení vysokorychlostních tratí a přináší další nesporné výhody. O celém vývoji na našem území pojednává článek Elektrifikace železnic. [10] Železniční trakci na našem území a přechod na jednotnou napájecí soustavu vhodně popisuje diplomová práce Návrh jednotné napájecí soustavy na železnici [11]. Samotný přechod na jednotnou střídavou soustavu schválilo 20.12.2016 Ministerstvo dopravy a to na základě dokumentu Koncepce přechodu na jednotnou napájecí soustavu ve vazbě na priority programového období 2014 - 2020 a naplnění požadavků TSI ENE. [12]

Přechod na jednotný Evropský systém řízení železniční dopravy ERTMS (European Rail Traffic Management System) umožní snadnější pohyb vlaků po celé evropské železniční síti (po Evropě existuje mnoho různých zabezpečovacích zařízení, pro která jsou vlaky zvlášť upraveny a zvlášť proškolení strojvedoucí). Pod tímto systémem se na našich hlavní koridorech provozuje Evropský vlakový zabezpečovací systém ETCS (European Train Control System). Ten společně s Mezinárodním standardem bezdrátové komunikace určený pro železniční aplikace GSM-R (Global System for Mobile Communications - Railway) řídí a v reálném čase optimalizuje železniční provoz.

Takové zařízení hlídá:

- maximální traťovou rychlost v daném úseku
- maximální rychlost vlaku
- dodržení trasy vlaku
- směr jízdy
- přechodnost vlaku pro daný úsek
- dodržení přechodných omezení

Klasická návěstidla jsou vyměněna za Eurobalízy (elektromagnetické návěstidlo umístěné v kolejišti), radioblokové centrály, vysílače atd. Vozidla jsou vybavená počítači pro vyhodnocování signálů a výpočet brzdných křivek, záznamovou jednotkou, senzory a zařízeními pro komunikaci s balízami a dispečerskými stanovišti. [13]

Na základě dokumentu Program rozvoje rychlých železničních spojení v ČR [14] vyšlo 22.5.2017 Usnesení Vlády ČR č. 389 o Programu rozvoje rychlých železničních spojení v České republice. To dává základ pro vznik moderního rychlého spojení především se západní Evropou a tak například konkurovat dopravě letecké, uvolnit kapacity pro dálkovou nákladní dopravu na konvenčních tratích, snížit příspěvek ČR ke globálním změnám klimatu apod. Jsou uvažovány rychlosti 300 až 350 km/h. Projektování vysokorychlostních tratí u nás začalo již v 80. letech ve Státním ústavu dopravního projektování. [15]

Všechny aktuální směry modernizace jsou k nalezení na internetovém portálu SŽDC [16].

3 TRENDY A SMĚRY PROJEKTOVÁNÍ ZAŘÍZENÍ V OBLASTI ŽELEZNIČNÍCH STAVEB (BIM)

3.1 Aktuální způsob projektování

Způsoby projektování se s časem mění, je vyžadována stále přesnější, rychlejší a levnější tvorba dokumentace. Zde je popsán nynější postup a postup nový, který odpovídá nově zaváděné metodě BIM.

3.1.1 Legislativa

Pro výkon kteréhokoliv povolání je nutné znát, alespoň obecně, legislativu státního zřízení dané oblasti, tedy její předpisy zákonné a podzákonné. Pro projektanta pracujícího v České republice jsou ze zákona závazné:

- Předpisy zákonné (základní):
 - Ústava, ústavní zákony, mezinárodní smlouvy
 - Zákony (ty základní uvedeny v kapitole 3.1.1.1)
- Předpisy podzákonné (prováděcí):
 - Vyhlášky ústředních orgánů státní správy
 - Nařízení vlády
 - Vyhlášky ministerstev a předpisy
 - Nařízení a vyhlášky obecních úřadů

Dále je pak vhodné, aby projekční činnost probíhala podle podrobnějších předpisů, tedy technických norem, které stejně jako jinde ve světě, již ze zákona závazné nejsou:

- Mezinárodní normy
 - EN - European norms
 - ETSI - European Telecommunications Standards Institute
 - ISO - International Organization for Standardization
 - IEC - International Electrotechnical Commission
- Evropské normy
 - EN - evropské normy
 - HD - harmonizační dokumenty
 - ENV - evropské předběžné normy
- České technické normy (ČSN) včetně platných československých
- technické normy přejímány do soustavy ČSN
 - ČSN EN
 - ČSN ISO
 - ČSN EN ISO
 - ČSN IEC
 - ČSN ETSI
- podnikové normy a směrnice
 - TNŽ - Technická norma železnic
 - PNE - Podnikové normy energetiky
 - ... [17], [18]

3.1.1.1 Legislativní předpisy, technické normy, podnikové normy a předpisy

Přehled základních legislativních předpisů platných pro elektrotechnickou profesi

Zákony

Zákon č. 360/1992 Sb. České národní rady o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě.

Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií.

Zákon č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon).

Zákon č. 127/2005 Sb. o elektronických komunikacích a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o elektronických komunikacích).

Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon).

Vyhlášky

Vyhláška č. 50/1978 Sb. Českého úřadu bezpečnosti a práce a Českého báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektrotechnice.

Vyhláška č. 186/1990 Sb. Státní komise pro vědeckotechnický a investiční rozvoj o oprávnění k projektové činnosti.

Vyhláška č. 491/2006 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu.

Vyhláška č. 498/2006 Sb. o autorizovaných inspektorech.

Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb.

Vyhláška č. 500/2006 Sb. o územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a o způsobu evidence územně plánovací činnosti.

Vyhláška č. 502/2006 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu.

Vyhláška č. 503/2006 Sb. o podrobnější úpravě územního řízení, veřejnoprávní smlouvy a územního opatření.

Vyhláška 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby.

Vyhláška 73/2010 Sb. o stanovení vyhrazených elektrických technických zařízení, jejich zařazení do tříd a skupin a o bližších podmínkách jejich bezpečnosti (vyhláška o vyhrazených elektrických technických zařízeních). [19]

Normy

Profese elektrotechnické se přímo týkají technické normy ČSN řazené do tříd 33 - 38. Každá z nich obsahuje skupiny a ty sdružují jednotlivé normy tématicky blízké.

Dále je potřeba brát v potaz i technické normy týkající se ostatních profesí, které se podílejí na díle. Staveb dopravní infrastruktury se týkají technické normy řazené do tříd 26 – 32, 72 – 74, 83. [20]

Přehled základních legislativních předpisů platných pro železnici:

Zákony, nařízení a vyhlášky, mezinárodní předpisy a teprve připravované předpisy pro provozování dráhy a drážní dopravy jsou shrnuty na internetových stránkách Ministerstva dopravy. [21] Strategické dokumenty pro dopravu a jejich vazby nastiňuje Strategická mapa Ministerstva dopravy v *Obr. 2* a jejich výpis na internetovém portálu strategických dokumentů v ČR. [22]

Staveb dopravní infrastruktury se dále týkají podnikové technické normy a směrnice. Správou železnice je pověřena společnost SŽ. Práce se zařízením tak rozsáhlým a strategicky významným je značně standardizována. Základní předpisy jsou shrnuty na internetových stránkách SŽ. A zde jsou pro příklad uvedeny některé elektrotechnické podnikové směrnice:

SŽDC E2 Předpis pro obsluhu a údržbu zařízení pro elektrický ohřev výhybek.

SŽDC E3 Předpis pro trakční napájecí a spínací stanice

SŽDC E4 Předpis pro provoz náhradních zdrojů elektrické energie

SŽDC E6 Předpis pro činnost elektrodispečerů

SŽDC E7 Předpis pro provoz elektrických pevných napájecích zařízení drážních kolejových vozidel

SŽDC E8 Předpis pro provoz zařízení energetického napájení zabezpečovacích zařízení

SŽDC E10 Předpis pro provoz, obsluhu a údržbu trakčního vedení.

SŽDC E11 Předpis pro osvětlování venkovních železničních prostor SŽDC

Směrnice generálního ředitele č. 11/2006

Směrnice SŽDC č.50 Požadavky na odbornou způsobilost dodavatelů při činnostech na drahách provozovaných státní organizací Správa železniční dopravní cesty

Směrnice SŽDC č. 117 Předávání dokumentace z investiční výstavby SŽDC

Technické normy železnic:

TNŽ 34 2603 Pravidla pro kreslení koordinačních schémat ukolejnění a trakčních propojení

TNŽ 375715 Silová kabelová vedení celostátních drah [23]

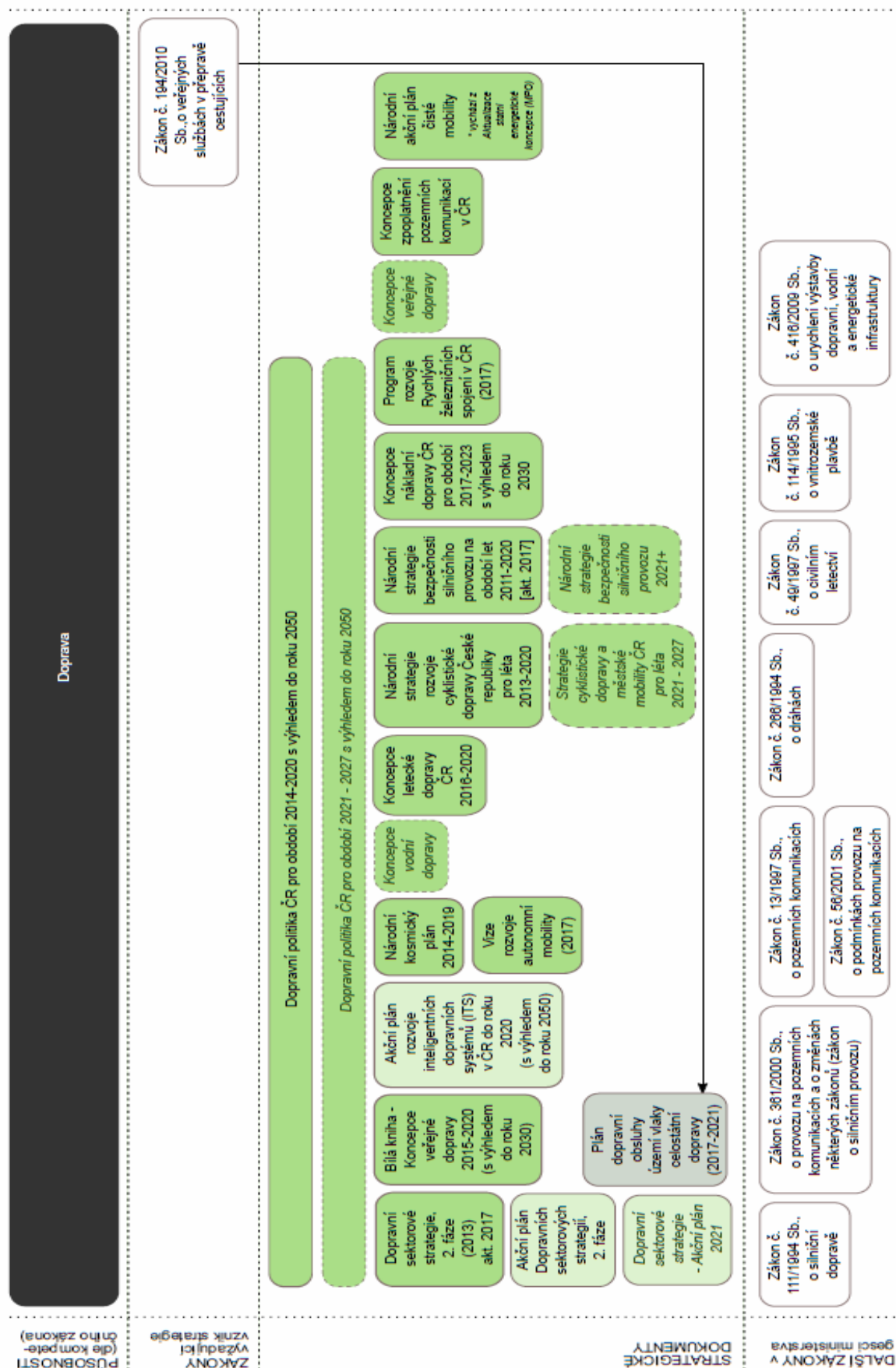
Vyhláška č. 100/95 Sb. Ministerstva dopravy, kterou se stanoví podmínky pro provoz, konstrukci a výrobu určených technických zařízení a jejich konkretizace (řád určených technických zařízení).

Dále pak Smluvní podmínky FIDIC (Fédération Internationale des Ingénieurs-Conseils), konkrétně:

Smluvní podmínky pro dodávku technologických zařízení a projektování-výstavbu elektro- a strojně-technologického díla a pozemních a inženýrských staveb projektovaných zhotovitelem Obecné podmínky (Žlutá kniha FIDIC)

Smluvní podmínky pro dodávku technologických zařízení a projektování-výstavbu elektro- a strojně-technologického díla a pozemních a inženýrských staveb projektovaných zhotovitelem Zvláštní podmínky pro stavby správy železniční dopravní cesty, státní organizace [24].

Strategická mapa Ministerstva dopravy



Obr. 2 Strategická mapa Ministerstva dopravy [22]

3.1.2 Postup práce projektanta

Projektant je fyzická osoba, která je podle Zákona č. 360/1992 Sb. o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě oprávněna k projektové činnosti ve výstavbě. Taková osoba má na starost projektovou dokumentaci. Pro získání potřebných informací komunikuje s ostatními osobami zapojenými v projektu. Působnost autorizovaného inženýra je popsána v tomto zákoně v §18. Zpracovává dokumentaci pro stavební řízení a dokumentaci pro stavební povolení. Inženýr je autorizovaný v oboru, ze kterého získal inženýrský či magisterský titul. Má ve svém oboru praxi. Autorizace se uděluje podle §7 - §9 po splnění všech podmínek a složení slibu (§8 odstavec 9). Zákon upravuje také zánik autorizace, výkon činnosti autorizovaných osob, disciplinární odpovědnost, atd.

Udělování oprávnění k projektové činnosti se provádí podle vyhlášky č. 88/1976 Sb. ve znění vyhlášky č. 186/1990 Sb. Pro projektování v elektrotechnice jsou školeni a zkoušeni pracovníci pro samostatné projektování a pracovníci pro řízení projektování podle § 10 vyhlášky č. 50/1978 Sb. Pro projektování elektrických zařízení určených technických zařízení (dražní) jsou školeny a zkoušeny osoby znalé s vyšší kvalifikací podle Přílohy č. 4 k vyhlášce č. 100/1995 Sb. [19]

V projekční činnosti se zažil následující postup práce.

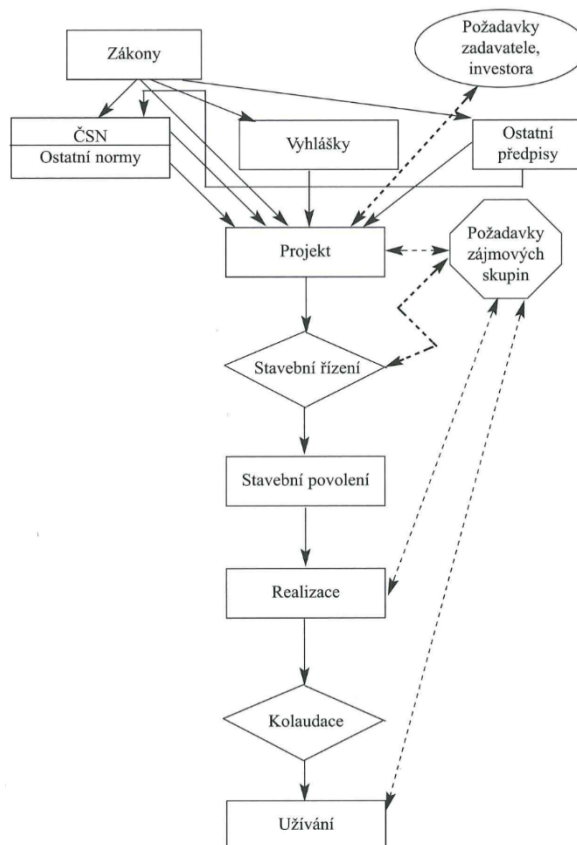
Prvním krokem je samozřejmě získat zakázku. Na začátek je vhodné vytvořit bilanci vlastních možností a to, zda je projektant schopný na zakázce pracovat sám nebo bude nutné rozšiřovat tým či si na dílčí úkoly zařídit subdodavatele. Dále pak časové a finanční možnosti.

Veškerá práce, závazky, termíny jsou vymezeny smlouvou uzavřenou mezi zadavatelem a zhotovitelem.

Zhotovitel dokumentace dostane od zadavatele podklady, případně má podle smlouvy povinnost si podklady obstarat sám. Tyto podklady většinou obsahují dokumentaci stávajícího stavu nebo již hotovou část projektové dokumentace od jiné profese. Samotná práce na projektu se většinou neobejde bez konzultace se zadavatelem a dalšími osobami podílejícími se na projektu, např. Investor (v prostředí SŽ obvykle označován jako „Hlavní inženýr stavby“ HIS), projektanti dalších profesí, projektoví manažeři, apod.). Hotová dokumentace je zkompletována a odevzdána v podobě dohodnuté ve smlouvě, dnes je prováděno jak v tištěné formě, tak elektronicky. U Správy železnic se řídí směrnicí SŽDC č. 117 Předávání dokumentace z investiční výstavby SŽDC. Zadavatel pak může vracet projekt k opravám či přepracování. Zadavatel za odvedenou práci odmění zhotovitele.

Elektrotechnická profese se řadí mezi poslední v harmonogramu projektování většího celku. Nejdříve architekt vytvoří vzhled díla, dále projektují stavební projektanti a statici. Poté přichází k projektu projektanti technického zabezpečení budov (topení, vzduchotechnika, voda, odpady). Elektrotechnická profese se zabývá elektroinstalací, osvětlením, automatickým řízením topení a vzduchotechniky, požárním zabezpečením atd.

Provázanost profesí je značná a je potřeba, aby jejich projektanti měli aspoň základní povědomí o práci těch druhých. Především pak investor s architektem nastaví standardy pro celou stavbu a specifikují požadavky na jednotlivé profese. [25] Přibližný postup prací na výstavbě je znázorněn na obrázku *Obr. 3*.



Obr. 3 Postavení projektu elektrických rozvodů ve fázích výstavby s naznačením základních vztahů ve výstavbě. [25]

Pro projektování a výstavbu elektrotechnologického a strojnětechnologického díla a pozemních a inženýrských staveb na dráze uvádí SŽ smluvní podmínky, již dříve zmíněnou Žlutou knihu FIDIC.[24]

3.1.3 Projektová dokumentace

Podmínky pro tvorbu projektové dokumentace staveb určuje v České republice vyhláška č. 499/2006 Sb. ve změně novely č. 62/2013 sb. o dokumentaci staveb.

Projektovou dokumentaci je nutné zřizovat na základě zákona Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon). Způsob provedení projektové dokumentace pro nedopravní stavby určuje Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb. Způsob provedení projektové dokumentace pro dopravní stavby pak určuje Vyhláška č. 146/2008 Sb. o rozsahu a obsahu projektové dokumentace dopravních staveb. Tyto vyhlášky určují stupně projektové dokumentace, kterými jsou:

- DUR - Dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby (nutnost autorizace)
- DSP - Projektová dokumentace pro vydání stavebního povolení (nutnost autorizace)
- (DVD - Dokumentace pro výběr dodavatele (zadávací/tendrová))
- PDPS - Projektová dokumentace pro provádění stavby
- DSPS - Dokumentace skutečného provedení stavby

Dále určují, jaké části má projektová dokumentace obsahovat. Podle Vyhlášky č. 146/2008 Sb. to jsou:

- Průvodní zpráva
- Souhrnná technická zpráva
- Situační výkresy
- Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení
- Dokladová část

Příkladem vnitřního předpisu státní organizace SŽ je Směrnice generálního ředitele č.11/2006 Dokumentace pro přípravu staveb na železničních drahách celostátních a regionálních. Dokument bude v roce 2020 nahrazen novou Směrnicí SŽ SM11 „Dokumentace staveb SŽ“, která reflektuje aktuální změny legislativy, a především pak výše zmíněných vyhlášek č. 499/2006Sb. a č. 146/2008 Sb. Tato směrnice vyhláška určuje stupně projektové dokumentace pro Správu železnic, s.o., kterými v současnosti až do vydání nové směrnice jsou:

- PD - Přípravná dokumentace
 - vyjádření požadavků na stavbu do podrobností
- P - Projekt
 - dokumentace staveb drah a staveb na dráze pro vydání stavebního povolení
 - dokumentace staveb drah a staveb na dráze k oznámení ve zkráceném stavebním řízení
 - dokumentace staveb drah a staveb na dráze pro realizaci stavby
- PSŘ - Projektové souhrnné řešení
 - dokumentace staveb drah a staveb na dráze pro vydání stavebního povolení
 - dokumentace staveb drah a staveb na dráze k oznámení ve zkráceném stavebním řízení
- DPSŘ - Dopracování projektového souhrnného řešení
 - dopracování předchozího stupně dokumentace staveb drah a staveb na dráze zpracovaný zejména z důvodu vydání stavebního povolení nebo k oznámení ve zkráceném stavebním řízení, kterým bylo PSŘ
- DD - Dokumentace dodavatele
 - vyžadováno jen od dodavatelů mostních objektů

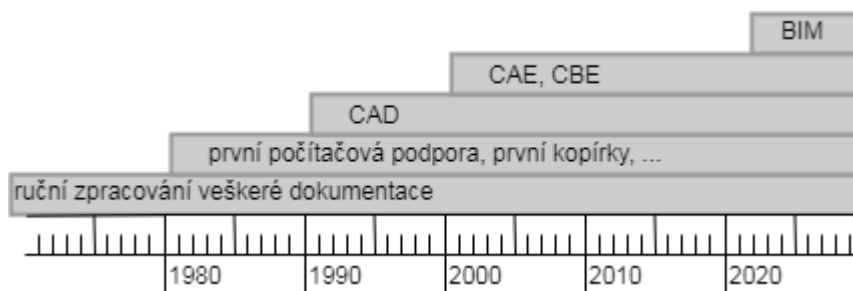
Členění PD, P a PSŘ je podle této vyhlášky:

- Průvodní zpráva
- Souhrnná část
- Situace stavby
- Technologická část
- Stavební část
- Zásady organizace výstavby
- Náklady
- Doklady
- Geodetická dokumentace

Členění DPSŘ je podle této vyhlášky:

- Technologická část
- Stavební část [19]

3.2 Historie projektování



Obr. 4 Přibližný vývoj využití prostředků k projektování na našem území v čase

Pro tvorbu projektové dokumentace bylo postupně využíváno několika prostředků. V novodobé historii lze začít u rýsovacího prkna. Přibližně v 80. a 90. letech se s rozvojem výpočetní techniky začalo postupně kreslit digitálně. Tímto přechodem se zjednodušily dodatečné úpravy a opravy a tedy se významně zkrátil čas práce.

Začátkem druhé poloviny 20. století se technická dokumentace rýsovala ručně tužkou na papír na rýsovacím prkně. Dále byl výkres množen (podle smlouvy se odevzdává určitý počet kusů projektové dokumentace, takzvané „paré“). K tomu se používalo pauzování, kdy kreslič ručně obkreslovali výkres na pauzovací papír technickým perem a tuší. Případné chyby se škrabaly žiletkou. Pravidla pro kreslení jsou dána normami ČSN třídy 01 skupiny 31. Tvorba technické dokumentace touto klasickou metodou je stále vyučována na středních odborných školách většinou jako předmět Technické kreslení. Pro mechanické množení výkresů se používal světlotisk, ozalid, cyklostyl a další. Od 60. let pak první automatické kopírky značky Xerox (u nás až koncem 80. let). Poté výpočetní podpora projektování pomocí počítačových programů. A začátkem 90. let konečně i u nás postupné přecházení na metodu CAD (Computer-aided design - počítačem podporované projektování) nebo také CAD systém (Computer-aided drafting - počítačem podporované kreslení). Na systémy CAD navazují projekční nástroje CAE (Computer-aided engineering), CBE (Computer-based engineering) a další.

3.3 Trendy

Naše společnost dnes stojí na prahu 4. průmyslové revoluce. Po 1. průmyslové revoluci v 18. století, kdy přišla mechanizace, parní stroj a další, po 2. průmyslové revoluci v 19. století, kdy se rozmohla elektřina, manufaktura a další a po 3. průmyslové revoluci ve 20. století, kdy se rozmohla elektronika a automatika, přichází doba kybernetická. Moderní pracoviště nahrazují lidskou sílu a naopak rostou nároky na personál (množství i informační vzdělanost), který tato pracoviště buduje, obsluhuje a opravuje. [26], [27], [28] Jde o změny v celé společnosti. Takovou rozsáhlou digitalizaci je třeba vhodně usměrnit. Vznikají různé iniciační a metodické dokumenty a studie, sbírají se informace. Na základě toho mohou vznikat zákony podporující tento nový trend. Evropská unie vydala například Strategii jednotného digitálního trhu v Evropě (DSM - Digital Single Market), to zohledňuje Česká republika ve Vládním programu digitalizace České republiky 2018+ [29] Pod tímto vládním dokumentem pak Koncepce Digitální ekonomika a společnost. Ta řeší jednotlivé obory zvlášť, jako třeba Elektronické zdravotnictví, Elektronické vzdělávání, Elektronickou kulturu, Inovace, výzkum a vývoj 4.0 a další. Řeší také Průmysl 4.0. a Stavebnictví 4.0. [30]

Průmysl 4.0 dává vzniknout informačním sítím integrujících jednotlivé automatizované provozy tzv. kyberneticko-fyzikálních systémy „inteligentní továrny“. První myšlenky vznikaly v Německu okolo roku 2011 pod názvem Industry 4.0. V České republice došlo 24. srpna 2016 k vládnímu usnesení č. 729 k dokumentu Iniciativa Průmysl 4.0. [31] V roce 2017 byla založena otevřená akademicko-průmyslová platforma Národní centrum Průmyslu 4.0. Český průmysl se tímto trendem dynamicky rozvíjí.

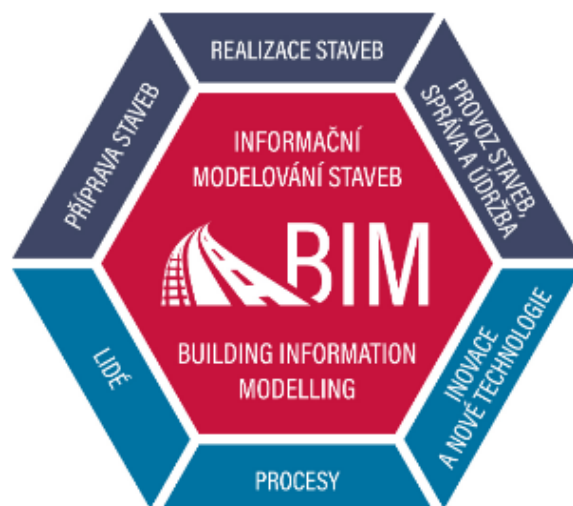
Stavebnictví patří mezi nejméně digitalizované obory. Během procesu stavby vznikají některé problémy až během realizace, čímž dochází ke zpožděním a nárůstu ceny. A to nejsou jediné problémy. Myšlenkou řešení je zdokonalit samotnou projekční činnost. Moderním přístupem k projektování staveb se v této době stává digitalizace. Tedy konkrétně Stavebnictví 4.0. Pomocí digitalizace se bude více času a úsilí věnovat přípravě dokumentace a plánování stavby, než pak stavbě samotné. Také se očekává pomoc s administrativou, komunikací, kontrolou a urychlení povolenacích procesů. Snižování nákladu na výstavbu i na vlastní provoz atd. Perspektivním prostředkem k dosažení těchto cílů je metoda BIM. [32], [33], [34], [35]

3.4 Metoda BIM

3.4.1 Princip metody BIM

Building information modeling neboli česky Informační modelování staveb je nová metoda v organizaci práce ve stavebnictví. Tato metoda bude povinná pro nadlimitní veřejné zakázky na stavební práce financované z veřejných rozpočtů (včetně přípravné a projektové dokumentace) od 1.1.2022, jak již bylo zmíněno v úvodu.

Metoda BIM je komplexní proces vytváření a správy dat o stavbě. Vzniká otevřená databáze grafických (většinou už 3D model) a negrafických informací. Obecně to jsou informace o veškerých přípravách stavby, její realizaci a následně i provozu, správě a údržbě a nakonec i demolici. Tedy o celém životním cyklu stavby. Databáze dále zahrnuje informace o lidech a jednotlivých profesích, jednotlivých procesech a dává prostor zavádění inovací a nových technologií. To vše je shrnuto v obrázku *Obr. 5* od Státního fondu dopravní infrastruktury. Tyto etapy a veškeré informace stavby jsou spojovány ve společném datovém prostředí, kde vzniká digitální vícerozměrný model stavby, takzvané digitální dvojče. Díky tomu se usnadní proces stavby, sníží se náklady na výstavbu i provoz, zlepší se sledování stavu a udržování budovy.



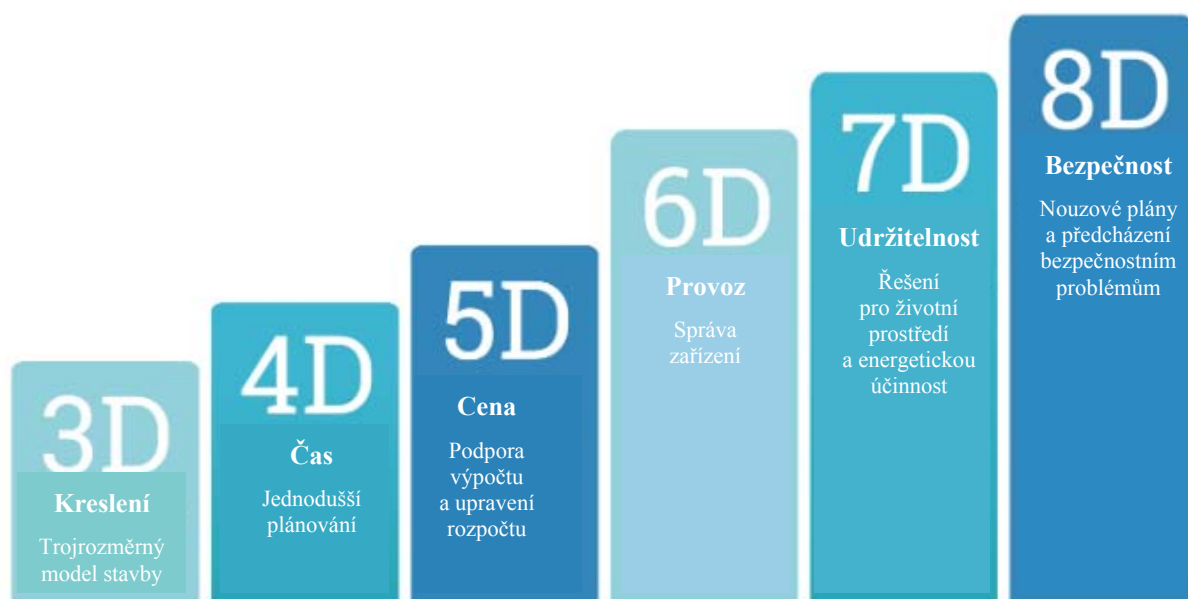
Obr. 5 BIM informační modelování staveb [36]

Jde o jakýsi další stupeň využití výpočetní techniky, jak znázorňuje obrázek Obr. 6. To je rozděleno na čtyři úrovně BIM Level 0 až Level 3. BIM úroveň 0 nevyužívá žádnou digitální spolupráci. S pomocí výpočetní techniky je zpracovaná 2D dokumentace a odevzdávaná v tištěné podobě, případně posílá elektronicky (email, CD,...). Při práci podle BIM úrovně 1 vzniká směr 2D a 3D dokumentace a sdílení dat probíhá třeba přes systém pro správu elektronických dokumentů (EDMS - Electronic Document Management System). Dokumentace zpracovávaná podle BIM úrovně 2 musí být exportovatelná do jednotného datového formátu IFC (Industry Foundation Class) nebo COBie (Construction Operations Building Information Exchange) a je sdílena přes společné datové prostředí (CDE - Common Data Environment). BIM úroveň 3 pracuje se sadou nových mezinárodních standardů „Open Data“ pro snadné sdílení dat na celém trhu. Je modelován celý životní cyklus stavby. [37]

Úroveň 0	Úroveň 1		Úroveň 2	Úroveň 3	
	2D	3D	Sjednocované BIM modely	Jednotné BIM modely	
CAD	Vlastní formáty		Vlastní formáty + COBie	ISO standardy	Výměnné formáty
Výkres	Geometrický model		Koordinovaně vytvořený BIM model	Integrovaný, interoperabilní BIM model celého životního cyklu stavby	Hloubka informací
Papír	Spolupráce na základě datových souborů		Společné datové prostředí, sdílené knihovny	Cloudová správa BIM modelů	Prostředí pro koordinaci a spolupráci

Obr. 6 BIM - Úroveň využití výpočetní techniky [38]

V návaznosti na dlouhodobý vývoj v projektování, znázorněný na obrázku *Obr. 4*, se uvádí i jistý vývoj v projektování podle metody BIM. Informační model stavby totiž může být takzvaně vícerozměrný, neboli může dosahovat různého stupně propracovanosti. Tyto stupně jsou znázorněny na obrázku *Obr. 7* a jsou označeny jako 3D až 8D. Nejedná se ovšem o fyzikální rozměr. Jednotlivé stupně vycházejí z 2D kreslení. To lze rozšířit o 3D Modelování, o 4D Čas, tedy o časové rozvrhování, o 5D Náklady, tedy rozpočtování a průběžné informace o nákladech. Správu zařízení řeší stupeň 6D Provoz a analýzu dopadů na životní prostředí a energetické účinnosti stupeň 7D Udržitelnost. Nejvyšším stupněm propracovanosti je 8D Bezpečnost. Každý ze stupňů rozšiřuje stupeň předchozí. [39]

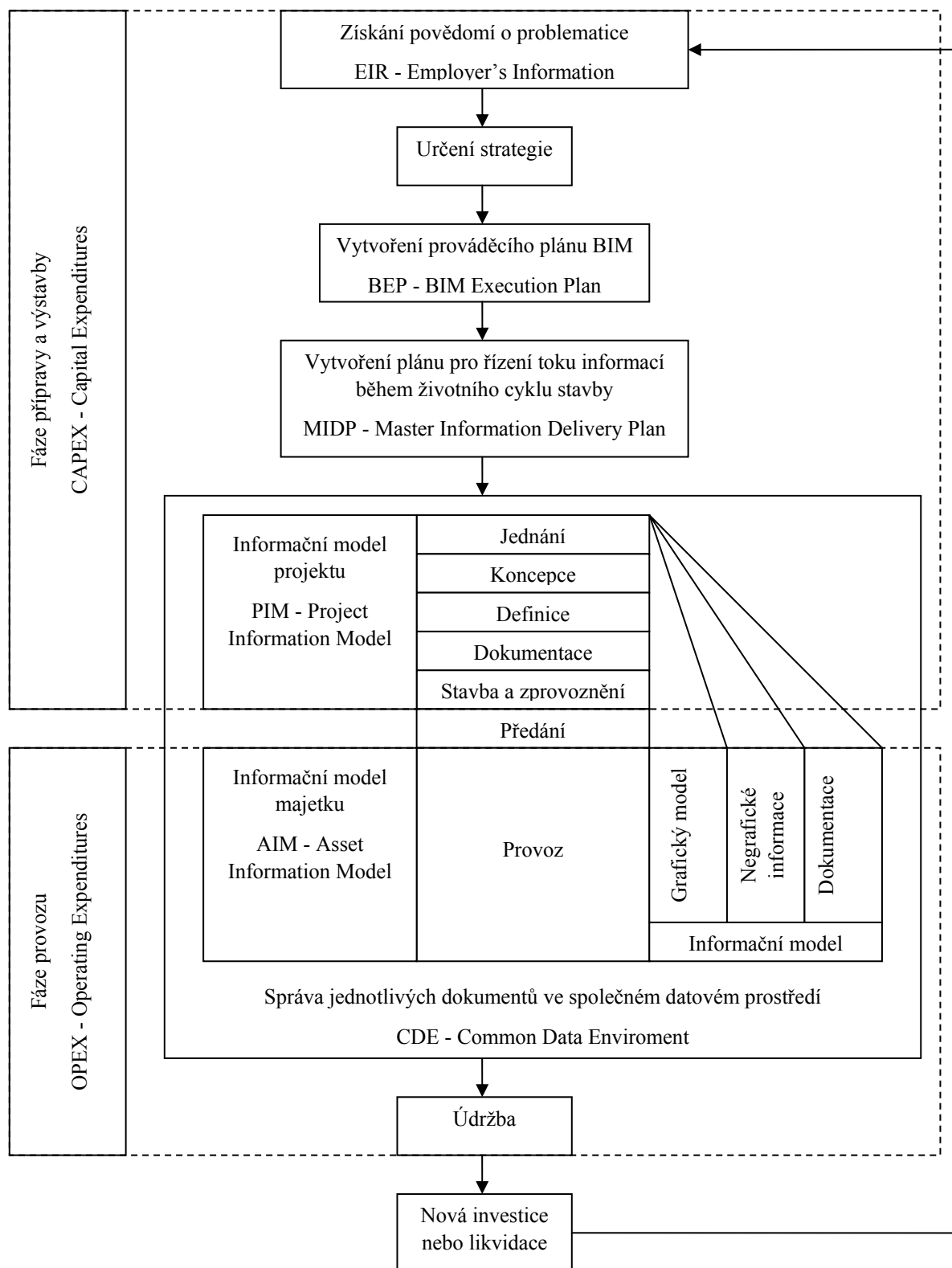


Obr. 7 Stupně detailního provedení BIM modelu [39]

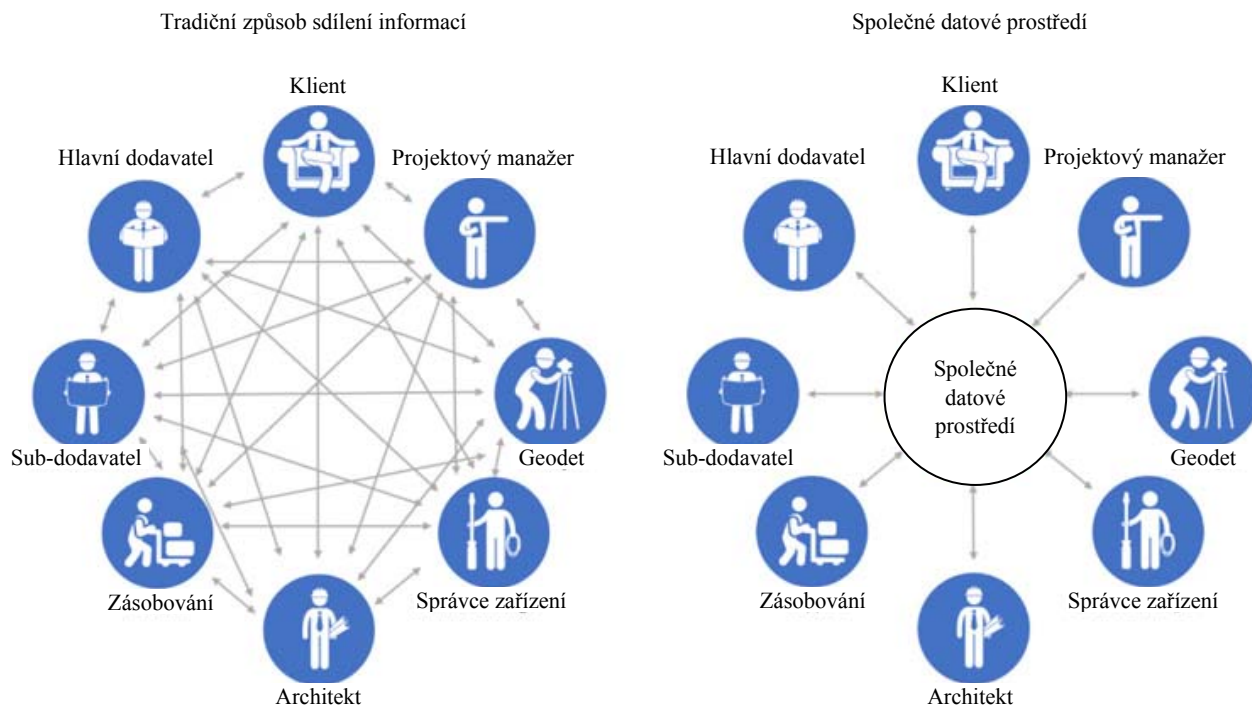
Informační model je zapojen do procesu (BIM Workflow) fáze přípravy a výstavby (Capex) a fáze provozu (Opex). Při rozhodnutí o nové investici na stávajícím zařízení se z tohoto procesu stává cyklus, který probíhá podle obrázku *Obr. 8*. Nástrojem zapojeným do tohoto cyklu, a který je nutností pro práci s metodou BIM, je Společné datové prostředí (CDE - Common Data Environment). Toto prostředí, na rozdíl od dnešní klasické komunikace mezi stavebními profesemi (Traditional Information Sharing), umožňuje technickému a autorskému dozoru:

- snadnější kontrolu skutečného stavu
- snadnější komunikaci s ostatními účastníky procesu
- lepší možnost zaznamenání požadavků na úpravy a změny
- snížení rizika špatného přenosu informací, [40]

a také pro investora lepší přehled nad průběhem stavby. Tento vztah je znázorněn na obrázku *Obr. 9*. Jednotlivé strany do tohoto společného datového prostředí vstupují pomocí jednotného datového formátu IFC (Industry Foundation Class). Ten je definován normou ISO 16739-1:2018 [41] a do našeho prostředí převzat jako ČSN EN ISO 16739.



Obr. 8 Cyklus informačního modelu / dle PAS 1162 [42]



Obr. 9 Význam společného datového prostředí [43]

3.4.2 BIM ve světě

Obecně ve světě vznikají pod vládními organizacemi výkonné týmy, které mají za úkol implementovat metodu BIM do svého prostředí. Některé státy tuto metodu již aktivně využívají, jiné jsou teprve na cestě k zavádění.

Spojené státy americké - v 70. letech došlo k první implementaci, ale to bylo provázeno mnoha problémy. Od roku 2003 běží národní program 3D-4D-BIM pro všechny projekty veřejných staveb.

Singapur - v roce 2010 byl BIM identifikován jako klíčová technologie pro rozvoj moderní digitální společnosti.

Spojené království - zde byl zvolen nejintenzivnější a nejradikálnější přístup k BIMu na světě, od roku 2016 jsou všechny projekty financované ústřední vládou tvořeny touto metodou. [44]

Skandinávie - BIM se začal využívat přibližně od roku 2000 a řadí se tím mezi první uživatele s velkou zkušeností.

Evropská unie - v roce 2016 došlo ke zřízení pracovní skupiny EU BIM pro tvorbu společného harmonizovaného evropského přístupu. Ta vydala v roce 2017 Příručku pro zavádění informačního modelování staveb (BIM) evropským veřejným sektorem [45]. Příručka obsahuje společné zásady pro zadavatele veřejných zakázek a tvůrce zaváděcí politiky BIM do jejich veřejných zakázek nebo strategií. Dále popisuje konkrétní projekty ve vybraných státech.

Francie - v roce 2014 zahájen vládní výzkumný projekt Mihne a od roku 2017 došlo k nařízení metody BIM.

Německo - v roce 2015 vytvoření platformy Digital Building Platform, příprava pro zavedení povinnosti pro projekty veřejné infrastruktury do roku 2020.

Nizozemí - zahájení implementace v roce 2010 a dnes se řadí mezi největší uživatele metody BIM na světě. Významným účastníkem je Rijkswaterstaat - nizozemské generální ředitelství pro veřejné práce a vodní hospodářství.

Rakousko - nastupuje BIM Level 3, ale chybí dodavatelé schopní s touto metodou pracovat.

Dalšími zeměmi světa, které zavádějí nebo se aktivně zajímají o zavádění metody BIM jsou Španělsko, Itálie, Čína, Japonsko, Spojené arabské emiráty, Austrálie, Brazílie, Indie,... [40], [45], [46], [47]

3.4.3 Česká republika

V České republice se zavádění metody BIM věnuje expertní výkonný tým SFDI. Ten sbírá veškeré poznatky, vypisuje pilotní projekty, vyhodnocuje tyto informace a průběžně vydává technické předpisy a metodiky. Vznikl výchozí dokument Koncepce zavádění metody BIM v České republice [40]. Tento dokument shrnuje poznatky o metodě BIM ze světa, definuje základní pojmy okolo této metody a popisuje zavedení této metody do Českého stavebního prostředí.

3.4.3.1 Legislativa

13.10.2015 - Usnesení č. 2 rady vlády pro stavebnictví České republiky (nenalezen veřejný záznam).

2.11.2016 - Předložení vládě České republiky dokumentu Význam metody BIM (Building Information Modelling) pro stavební praxi v České republice a návrh dalšího postupu pro její zavedení [48], Usnesení vlády České republiky č. 958 o významu metody BIM (Building Information Modelling) pro stavební praxi v České republice a návrh dalšího postupu pro její zavedení jmenuje Ministerstvo průmyslu a obchodu gestorem pro zavádění metody BIM do praxe v České republice [49].

25.9.2017 - Předložení dokumentu vládě České republiky Koncepce zavádění metody BIM v České republice [40] a Usnesení vlády České republiky č. 682 o koncepci zavádění metody BIM (Building Information Modelling) v České republice [50].

3.4.3.2 Nadlimitní veřejná zakázka

Zavádění metody BIM se v České republice zatím týká nadlimitních veřejných zakázek.

Termín nadlimitní veřejná zakázka definuje Zákon č. 134/2016 Sb. o zadávání veřejných zakázek § 25 jako zakázku s předpokládanou hodnotou rovnou nebo nepřesahující limit stanovený nařízením vlády v souvislosti se Směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2014/24/EU ze dne 26. února 2014 o zadávání veřejných zakázek. Konkrétní hodnoty finančního limitu pro určení nadlimitní veřejné zakázky na dodávky, na služby a na stavební práce udává Nařízení vlády č. 172/2016 Sb. o stanovení finančních limitů a částek pro účely zákona o zadávání veřejných zakázek. [19] Limit na stavební práce podle § 4 tohoto nařízení je stanoven na 137 366 000 Kč.

3.5 Elektrotechnická profese podle metody BIM

Státní fond dopravní infrastruktury v září 2019 vydal dokument Předpis pro informační modelování staveb (BIM) pro stavby dopravní infrastruktury [51], který zajišťuje tvůrcům dat adekvátní podklady k tvorbě informačních modelů infrastrukturních staveb. Definuje základní pravidla a přístupy, konkrétně podrobnost modelů, stavebních souborů, jednotlivých elementů a jejich vlastností a další.

Pro elektrotechnická zařízení železničních staveb tento předpis udává obecné parametry. Vedení budou modelována jako obalové plochy celého svazku, objekty jako tělesa přesných rozměrů a umístění, výkopy a uzemňovací sítě jako plochy, ochranná pásma modelovány zvlášť, stožáry a trakční brány jako samostatná tělesa, trolejové dráty a jejich závěsy jako osa (prověšení se nezohledňuje).

Podle tohoto předpisu se budou elektrická zařízení většinou modelovat s přesností P3, tedy maximální hodnota vzepětí modelového tvaru nad náhradním polygonem do 10 mm. Svítidla s přesností P2, tedy maximální hodnota vzepětí modelového tvaru nad náhradním polygonem do 2 mm. Obecně základy (podpěry trolejového vedení, základ osvětlovací věže) a výkopy (vnější uzemnění, kabelová trasa) s přesností P4, tedy maximální hodnota vzepětí modelového tvaru nad náhradním polygonem do 5 cm. Objekty osazené do výkopu, jako jsou chráničky, kabelovody apod., opět s přesností P3. [52]

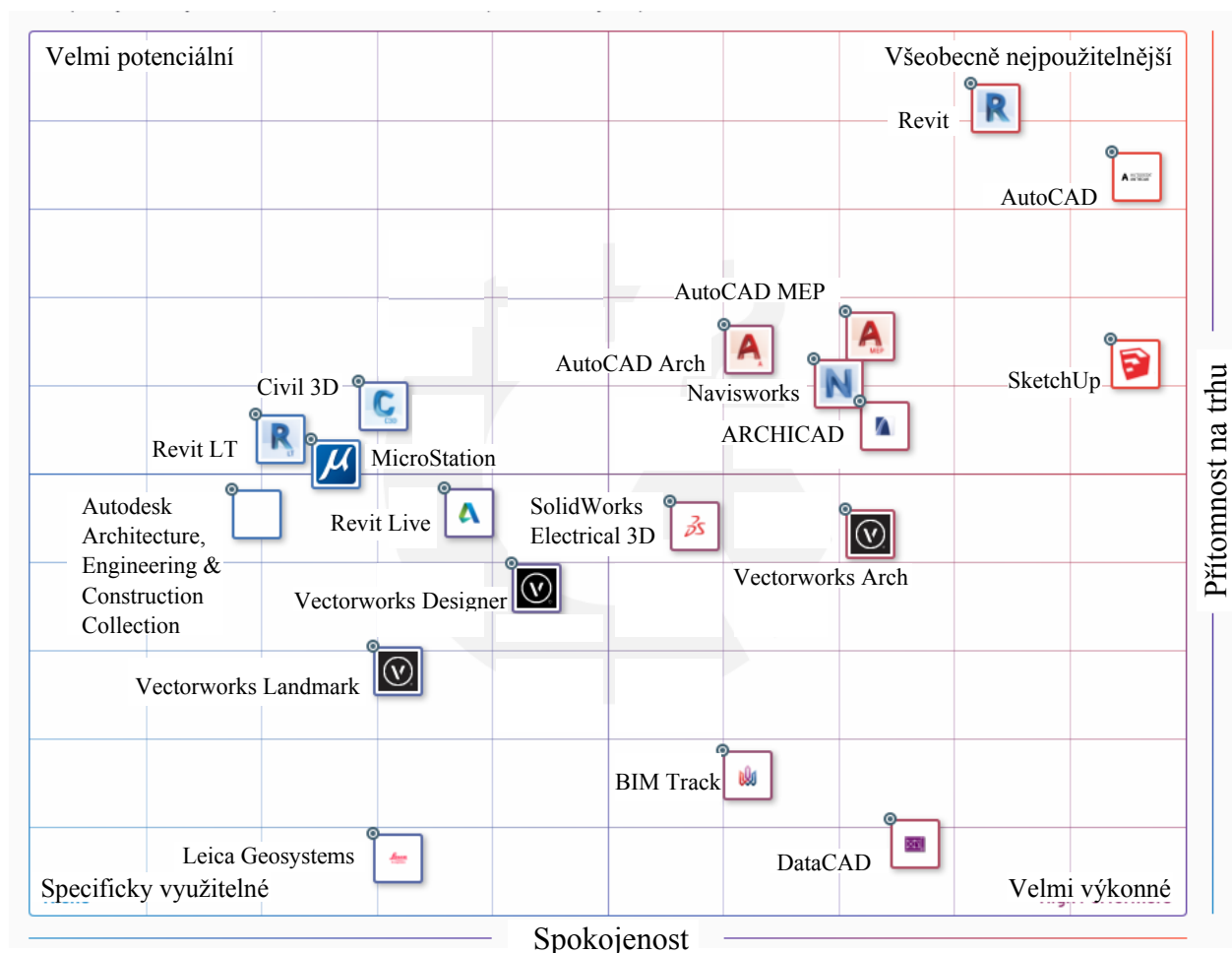
Množství a míra detailu informací obsažených v jednom prvku je různá podle stupně projektové dokumentace. Prvky stupně PDPS a DSPS budou modelovány s maximální přesností. Tedy zde se uplatní výše popsaný dokument. Veškeré informace o zařízeních jsou obsaženy v katalozích produktů jednotlivých výrobců. Výrobci začínají své katalogy vydávat a aktualizovat i jako elektronické databáze připravené k nahrání do konkrétních softwarů podporujících programování. Prvky stupně DUR a DSP budou obecného charakteru. K jejich tvorbě lze například zjednodušovat a upravovat knihovny výrobců nebo je lze modelovat jako jednoduchá tělesa s vybranými parametry, které jsou voleny maximální možné (rozměry, výkon, svítivost, cena, atd.), aby autor projektové dokumentace pro provádění stavby (PDPS) měl při volbě konkrétních zařízení k dispozici jistou rezervu.

4 SOFTWARE NÁSTROJE PRO PODPORU PROJEKTOVÁNÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ PODLE METODY BIM

4.1 Softwarové nástroje použitelné pro BIM

Přehledů a porovnání základních softwarových nástrojů pro podporu projektování v elektrotechnické profesi bylo již vytvořeno mnoho. Zde například je vhodně zpracovaný přehled v bakalářské práci [53], který třídí programy do kategorií dimenzování, 2D a 3D konstruování a projektování, finanční oblast tvorby, návrhy a výpočty, další.

Pro přechod na metodu BIM se je nutné použít odpovídající softwary, které naplňují nové standardy. Jednoduchý přehled a porovnání softwarů dostupných na trhu, které jsou vhodné pro práci podle metody BIM nastiňuje Obr. 10.



Obr. 10 Porovnání nepoužívanějšího softwaru na trhu pro práci podle metody BIM [54]

Každá profese potřebuje specifické nástroje. Takže obecně v profesi stavitelství se většinou přechází v rámci Autodesku z AutoCADu na Revit nebo ArchiCAD, ale podle svého zaměření si projekční jednotka zakoupí vhodný nádstavbový modul nebo využije úplně jiný software. Ovšem všechny takové nástroje by měly splňovat minimálně schopnost práce s datovým formátem IFC a dále splňovat podmínky nastavené zadavatelem zakázek. Používané softwary se dělí podle typu stavby a to hlavně na stavbu a vybavení jedné budovy, celé oblasti nebo stavbu liniovou. Platba

za takový produkt se dnes mění z jednorázové na měsíční nebo roční licenci. V rámci této ceny bývá základní zaškolení a později třeba tématicky zaměřené školení na vyžádání, upgrady, podpora, online výukové manuály a videa atd.

Zde jsou uvedeny některé dostupné softwarové nástroje pro podporu projektování elektrotechnické profese. Pro podrobnější informace a zvláště pak o ceně je vhodné nezávazně poptat daný produkt u distributora.

DDS-CAD Electrical

2D-CAD a 3D-BIM nástroj pro elektrotechniku. Vhodné pro kompletní návrh elektrických systémů budov. Je také podporováno navrhování KNX a systémů ochrany před bleskem. Dostupné databáze produktů zahrnují inteligentní komponenty, symboly, makra a parametrické objekty. Integrované výpočty a kontrolní funkce umožňují optimalizovat návrhy. Dokumentace obsahuje podrobné seznamy dílů a grafy. [55]

Revit MEP

Softwarový nástroj pro navrhování a tvorbu dokumentace technického zabezpečení budov. Pro profesi elektrotechniky nabízí funkce pro tvorbu silových a datových kabelových tras. Je dostupný pouze jako součást produktu Autodesk Architecture, Engineering & Construction [56]

CADMATIC Electrical (for building systems)

Softwarový nástroj obsahující kromě klasických funkcí například také rozhraní pro DIALux a detekce kolizí v reálném čase. [57]

FineELEC

Návrh a výpočty vnitřních elektroinstalací. [58]

Arcadia

Nádstavbové moduly v české verzi nabízejí podporu projektování vnitřních nízkonapěťových elektrických systémů, venkovních nízkonapěťových sítí, kabelových vedení, žebříků a kabelových lávek. Dále je možná komunikace s DIALux, tvorba rozvaděčů, navrhování datové komunikace a ochrany před bleskem. [59]

MagiCAD Electrical

Nádstavbový modul nabízí podporu projektování výkonových kabelů, rozvaděčů atd. Plná spolupráce s Revit, AutoCAD, DIALux, přímý přístup k databázi BIM objektů, kterou tvoří světoví výrobci. [60]

Pro stavby dopravní infrastruktury a její elektrická zařízení, je dnes využíváno klasických softwarových nástrojů CAD s různými nástavbami a Microsoft Office.

Pro projektování elektrotechnických zařízení na železnici bylo zvoleno řešení od společnosti Bentley, konkrétně pro návrh silnoproudých zařízení a technologie, silnoproudých rozvodů, sdělovacího a zabezpečovacího zařízení software Promis.e.

4.2 Promis.e

Funkce tohoto softwaru jsou zde uvedeny volným překladem z vlastní dokumentace [61]:

Promis.e je pokročilý nástroj pro konstruktéry elektrických řídicích systémů. Lze jej přizpůsobit, využívá otevřené architektury, je přizpůsobitelný dalším aplikacím, jako je hydraulika, pneumatika a řízení procesů.

Promis.e umožňuje rychle vytvořit schémata pomocí předem definovaných symbolů a maker. Vodiče jsou automaticky přerušeny v bodech připojení symbolů, sekce výkresů lze kopírovat. Mnoho funkcí je prováděno automaticky včetně generování jedinečných ID čísel pro každý symbol, křížové odkazy na související symboly (jako jsou kontakty a cívky) a číslování vodičů.

Tento software rozpoznává logická propojení mezi zařízeními ve schématu. Vodič je rozpoznán jako vodič, a ne jen jako grafická čára. Během vytváření schématu může systém zkontrolovat chyby, například duplicitní ID zařízení. Tento software může provádět automatické křížové odkazy a číslování vodičů. V kombinaci s databází součástí může software automaticky generovat různé podpůrné dokumenty, jako jsou schémata svorek, kabelové plány, rozvržení panelů, kusovníky a úlohu kalkulační analýzy. Protože práce je rozdělena na projekty, lze do těchto automatických funkcí zahrnout všechny související stránky výkresu.

Doplňková verze Promis.e se spouští jako aplikace postavená na programu CAD. K dispozici je doplňková verze pro AutoCAD. Samostatná verze Promis.e má zabudovaný modul MicroStation CAD. Kromě toho existují plug-in aplikace pro Promis.e, které vykonávají různé specializované funkce.

Práce v Promis.e zahrnuje následující fáze:

1. Má-li být databáze prvků použita pro automatické generování podpůrné dokumentace, součásti (dílů), informace musí být zadány nebo importovány do databáze. Tyto informace zahrnují katalogová čísla, výrobce, cenu, rozměry atd. Pokud má být pro všechny úlohy použita stejná databáze, nebude tento krok zadávání dat nutný.

Databáze dílů pro mnoho předních výrobců komponentů je k dispozici od společnosti Bentley.

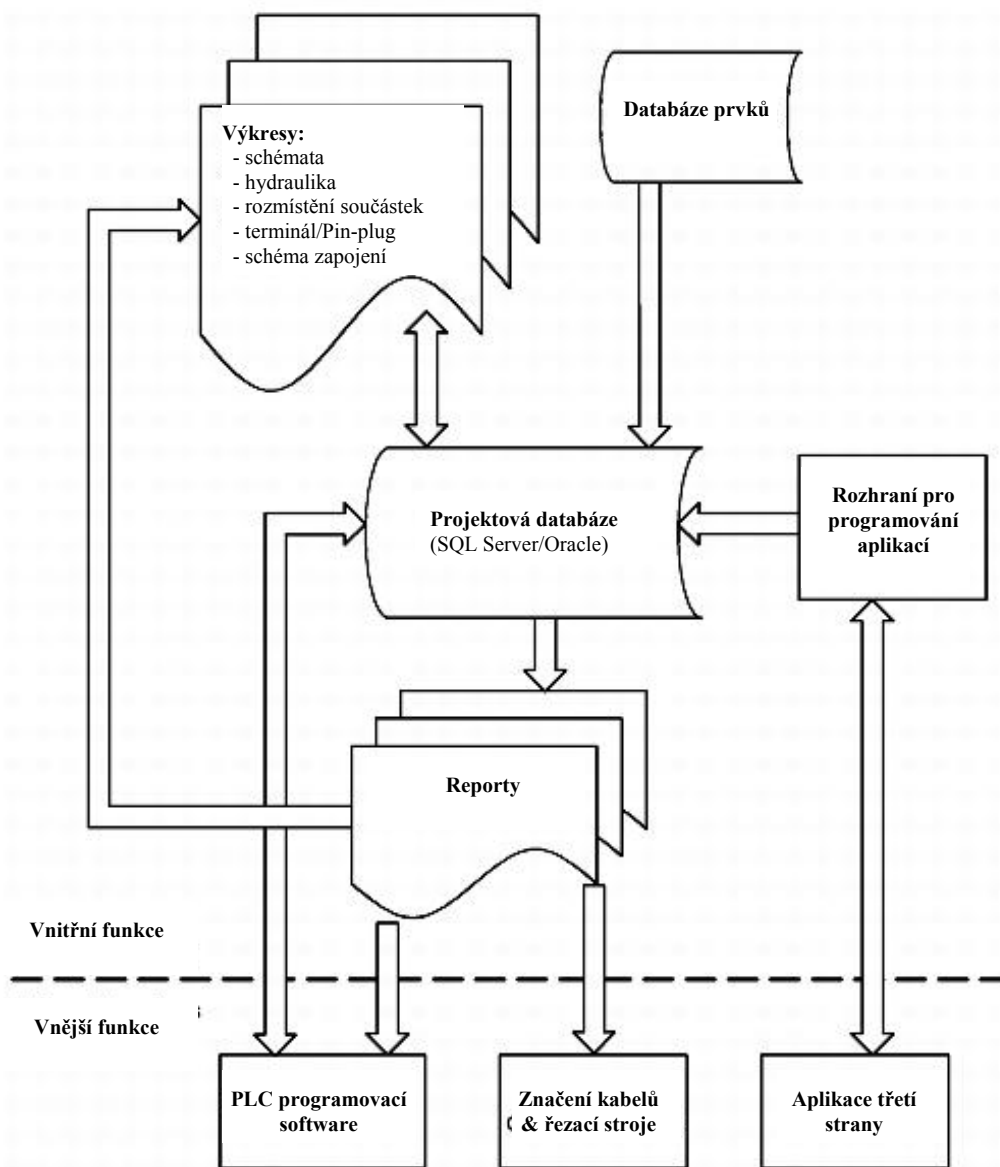
2. Vytvoření schematických výkresů. V prvním projektu většina uživatelů Promis.e vytváří vlastní formáty stránek, titulní bloky, symboly atd., aby odpovídaly existujícím standardům společnosti. Toto přizpůsobení u dalších projektů už není nutné.

Před vytvořením schematických výkresů je také možnost vytvořit seznam dílů nebo rozvržení panelu. V tomto případě budou vybrány součásti z databáze dílů a umístěny do seznamu dílů nebo do rozvržení panelu. To umožní odkazovat na zakázku nebo před návrhem řídicích obvodů rozvrhnout hardware. Dále si lze vzít díly z dříve vybraného seznamu a umístit je do výkresů.

3. Generování výkresu rozvržení panelu. Promis.e má volitelný poloautomatický režim rozvržení panelu, který uživateli nabídne komponenty do schématu. Uživatel potom umístí součást podle potřeby ve výkresu rozvržení.

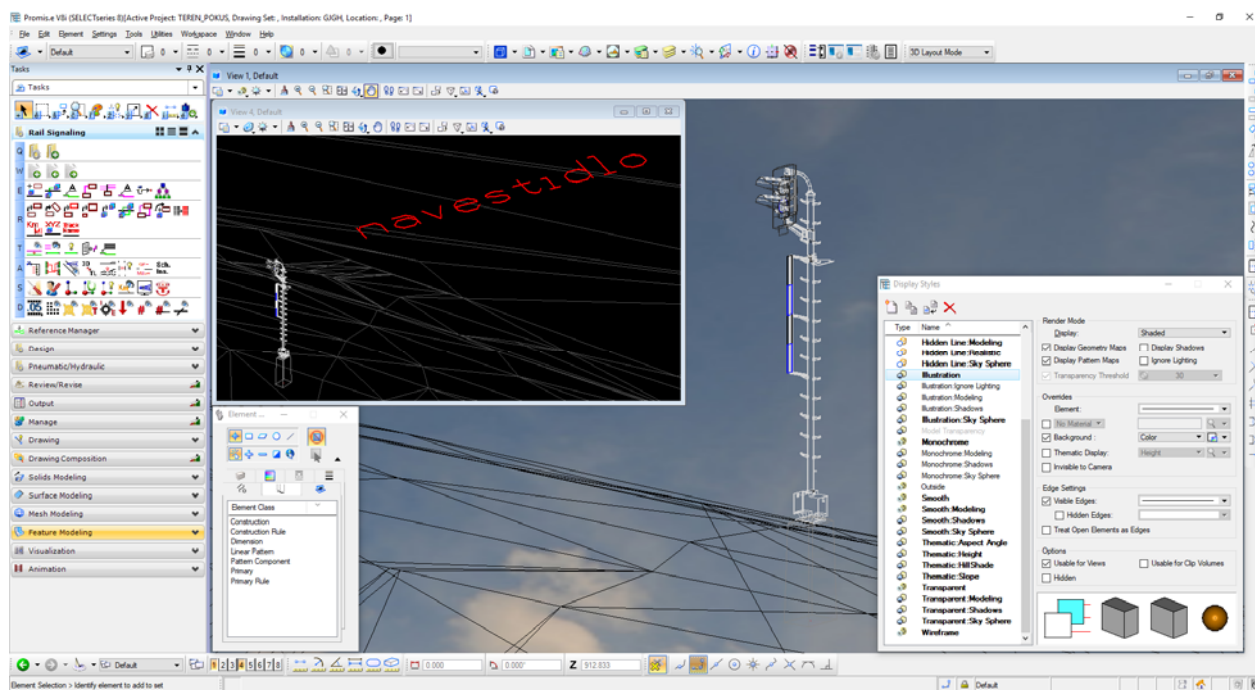
4. Vytvoření plánu terminálu. Promis.e automaticky umísťuje informace o připojení terminálu na stránku grafického diagramu. Uživatel může tento plán upravit podle potřeby. Například pro přiřazení kabelů a vedení.

5. Vytváření seznamů dokumentace. S využitím informací ve schématech a v databázi může Promis.e automaticky vytvářet další užitečné seznamy, jako jsou kusovníky, seznamy vodičů, štítky vodičů, štítky součástí, analýza nákladů práce, seznamy programovatelných ovladačů atd. [61], [62],[63]



Obr. 11 Funkce Promis.e [61]

Software má obsáhlou nápovědu a k ní dobrý přístup. V rejstříku nápověd lze listovat a vybírat podle témat nebo lze zadávat hledaný termín ručně. Dále pak každé dialogové okno obsahuje tlačítko Nápověda nebo Help, které odkáže rovnou na nápovědu k aktuálně prováděné činnosti. v neposlední řadě systém umožňuje snadný a rychlý tisk jednotlivých témat nebo i více skupin.



Obr. 12 Základní pracovní prostředí s příkladem zobrazení

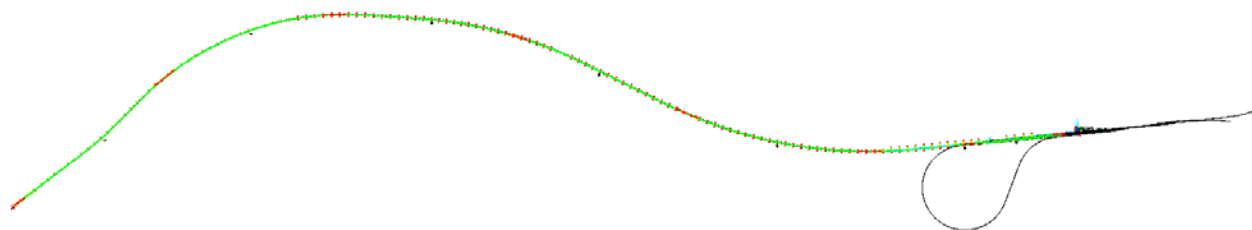
5 ZPRACOVÁNÍ UKÁZKOVÉHO PROJEKTU PODLE METODY BIM

5.1 Zadání

Ukázkový projekt silnoproudých zařízení a rozvodů železniční stanice podle metody BIM vznikl v softwaru Promis.e jako stupeň dokumentace DSP - Projektová dokumentace pro vydání stavebního povolení. Bylo přistoupeno k práci pouze na zjednodušené výkresové části, kvůli demonstraci základních funkcí odpovídajících metodě BIM.

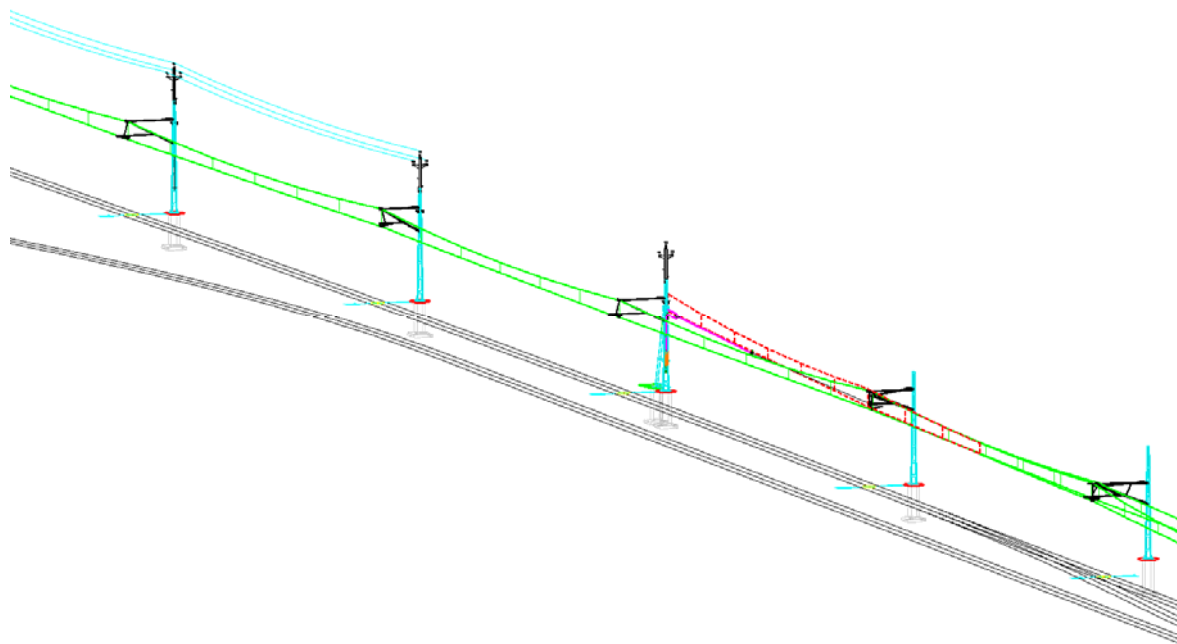
5.2 Podklady

Prvním podkladem je soubor několika kolejí definovaných jejich osami. Druhým podkladem je trakční vedení osazené na část těchto kolejí. Jedná se o 3D modely obsahující informace o podélných vzdálenostech. Tyto modely sloužící jako podklad pro ukázkový projekt tvořil projektant železniční svršku a spodku a projektant trakčního vedení, každý ve svém specializovaném programu, a poskytli je bez využití společného datového prostředí a v elektronickém datovém formátu DGN.



Obr. 13 Celková podkladová dispozice obsahující osy kolejí a trakční vedení

K ose koleje a podélné vzdálenosti se vztahují polohy projektovaných zařízení. Celková délka modelu tratě má délku 9180,311 m. Znalost polohy trakčního vedení je důležitá pro návrh kabelových tras. Dalším vhodným podkladem by byl 3D povrch terénu, nicméně ten není k dispozici, takže projektovaná zařízení budou umísťována do roviny osy koleje (tyto koleje byly navrhovány v jistém modelu povrchu, vzhledem k jejich různému sklonu).



Obr. 14 Detail podkladu

5.3 Rozvaha

Nejdříve se určila poloha stanice, poté se vyhodnotilo, která zařízení je nutno elektricky napájet. Popis takových obecných zařízení je v kapitole 2.2.

Stanice není nijak rozsáhlá, projektovaná technologie bude umístěna asi na kilometrovém úseku. Byla určena tato základní zařízení:

- transformační stanice 22/0,4 kV
- rozvaděče v drážní budově
- elektrické ohřevy výměn na 9 výhybkách
- osvětlení nástupiště a prostoru výhybek
- zásuvkové skříně

Pro přípravu tvorby prvního projektu podle metody BIM a ke konečnému porovnání s prací podle metody BIM byl projekt nejdříve zpracován v softwaru AutoCAD, se kterým jsou už zkušenosti.

5.4 Tvorba ukázkového projektu v AutoCADu

Ukázkový projekt v softwaru AutoCAD vznikl úplně nově, tedy bez kopírování větších celků z jiných projektů, kromě rozpisky a některých symbolů jističů a stykačů (ty bylo potřeba ještě po svém upravit). Byly naimportovány podklady kolejí a trakčního vedení jako reference. Ty byly zjednodušeny na nejnutnější minimum a zobrazovány pouze z půdorysu. Do této dispozice byly umístěny elektrické zařízení (vybrána v předchozí kapitole) a nakresleny kabely. Vše bylo popsáno. Dále vznikly výkresy vnitřního zapojení jednotlivých zařízení a seznam kabelů.

Projekt se zaměřuje hlavně na způsob tvorby, proto byla přijata zjednodušení. Především nebylo provedeno dimenzování vodičů a jištění. Elektrické napájení stanice bylo navrženo pouze jednou přípojkou z distribuční sítě AC 22 kV a ne dvěma nezávislými zdroji způsobem, který je uveden v kapitole Trafostanice a měnirny. Také chybí rámečky s informacemi jednotlivých výkresů rozvaděčů, neboť by to byla další nepředmětná mechanická práce.

Výstupem ukázkového projektu tvořeného pomocí AutoCADu jsou dispozice silnoproudých zařízení a rozvodů železniční stanice, schémata zapojení elektrických zařízení a seznam kabelů. Všechny tyto části jsou obsahem přílohy Příloha A ve formátu PDF a DWG.

5.5 Tvorba ukázkového projektu v Promis.e

5.5.1 Tvorba knihovny prvků

Modelování v softwaru Promis.e probíhá tak, že se osazují předem připravené prvky (symboly) z knihovny prvků. Správně vytvořená knihovna prvků je bezpodmínečný základ. Tvoří se z větší části ručně, většinou úpravou již existujících nebo stažených databází, a její propracovanost se prohlubuje až s časem a praktickými zkušenostmi z projektů.

Pro potřeby ukázkového projektu vznikla knihovna základních prvků. Tyto prvky byly nejdříve modelovány jako 3D objekty v AutoCADu (kde se zkoušely i kompletovat), nahrávány do Promis.e, podle potřeb upravovány a znovu nahrávány. Nutností bylo struktury každého zařízení sjednotit do jednoho objektu a tyto objekty si nachystat zvlášť jako dokumenty formátu DWG. U objektů s dvěma je modelován prostor otevírání. Součástí prvku bývá i vodorovná 2D značka kvůli zobrazení prvku v dispozičních schématech. Současně s přidáváním těchto prvků do knihovny jim byly přiřazovány negrafické informace (především rozměry).

Parts Database Manager

Select Part Database: AFRZC | Record: << < 1 > >> of 25 (Filtered) | + x [Icons]

Part_Number: VNskrin3D_leva

IsEquipment: ☒ Equipment_Number: [Dropdown]

Part_Type: moje | Category: moje

Discipline: [Field]

Manufacturer: [Field]

Supplier: [Field]

URL: [Field]

Catalog_Number: [Field]

Additional_Part: [Field] ...

Balloon_No: [Field]

Tabs: Detailed Description | Purchasing Information | **Dimensions** | Symbol Data | Date/Time

Width(X): 0.5

Height(Y): 1.75

Depth(Z): 1

Diameter: [Field]

Weight: [Field]

Power_Consumption: [Field]

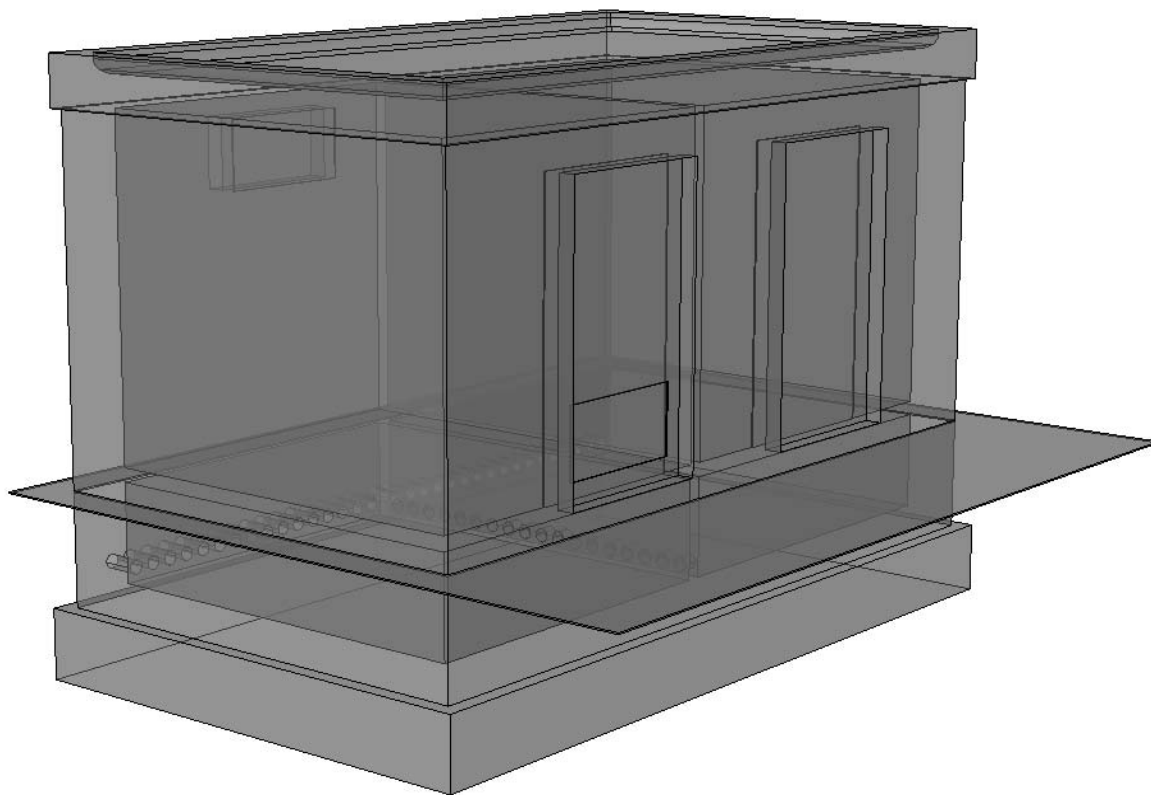
Location: [Field]

Buttons: Help | Apply | OK | Cancel

Obr. 15 Přiřazení prvku do knihovny prvků - příklad zadání negrafických informací

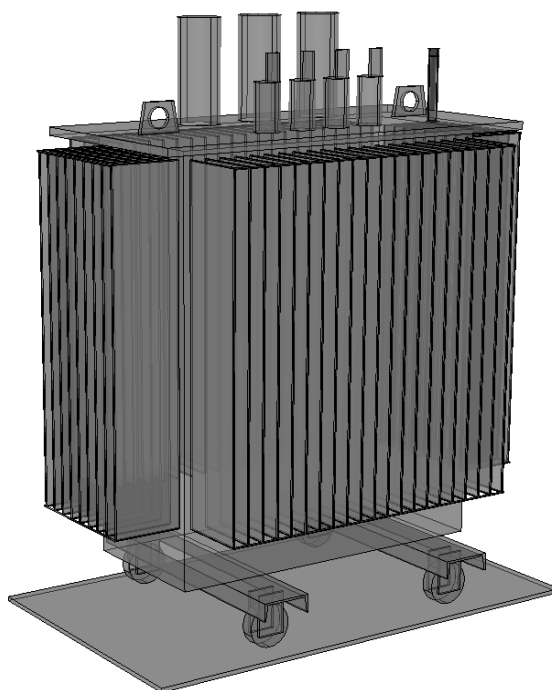
Dále jsou uvedeny vytvořené 3D objekty.

Trafostanice a měřírny



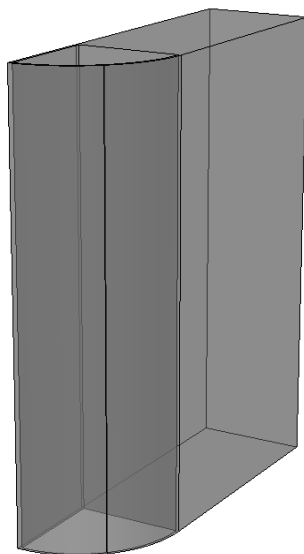
Obr. 16 Budova trafostanice (pasivně chlazená VN místnost, NN místnost a kabelový prostor)

Transformátory

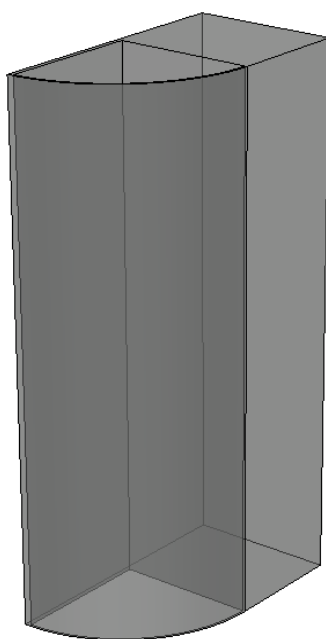


Obr. 17 Olejový transformátor VN / NN - staženo z webové stránky CADfórum a upraveno [64]

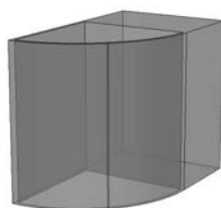
Rozvaděče



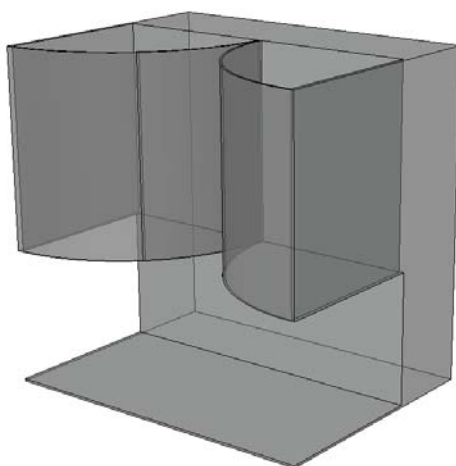
Obr. 18 VN rozvaděč s levými dveřmi a rozměry 1750 x 500 x 1000 mm



Obr. 19 NN rozvaděč s levými dveřmi a rozměry 2200 x 600 x 500 mm

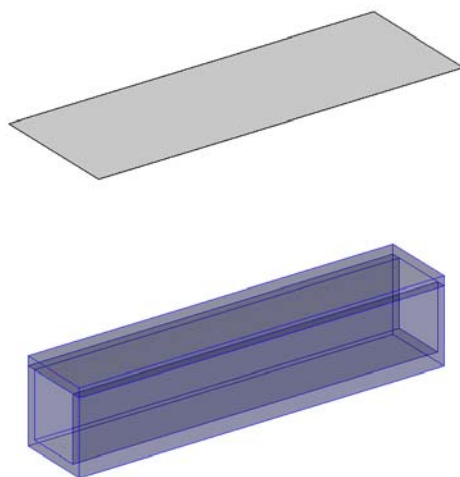


Obr. 20 NN rozvaděč s levými dveřmi a rozměry 400 x 300 x 200 mm

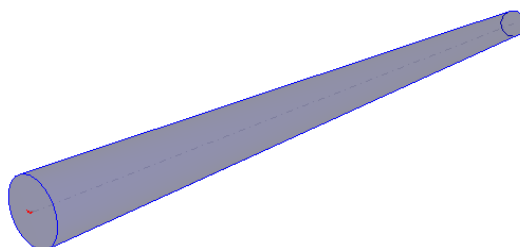


Obr. 21 NN rozvaděč skříňový a rozměry 1500 x 1500 x 400 mm

Kabelové trasy



Obr. 22 Kabelová chránička s víkem 0,5 m pod povrchem s vnitřním rozměrem 175 x 150 mm



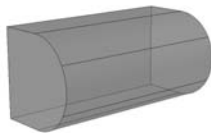
Obr. 23 Kabelový protlak s průměrem 50 mm

Kabelová trasa je modelována jako jeden element, který je v projektu vytahován od počátečního ke koncovému bodu přímo nebo po křivce. Kabelovou trasu definuje plocha výkopu, tak jak je popsáno kapitole 3.5.

Kabely

Kabely jsou definovány křivkou.

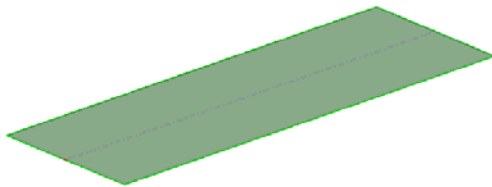
Uzemnění, ukolejnění



Obr. 24 Ekvipotenciální svorkovnice s rozměry 60 x 130 x 60 mm



Obr. 25 Uzemňovací průchodka s rozměry 80 x 250 x 80 mm



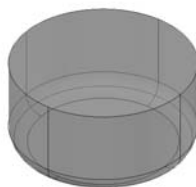
Obr. 26 Uzemňovací pásek 1 m pod povrchem s rozměry 30 x 10 mm

Uzemňovací pásek je modelován stejně jako kabelová trasa.

Ukolejnění není řešeno.

Spotřebiče

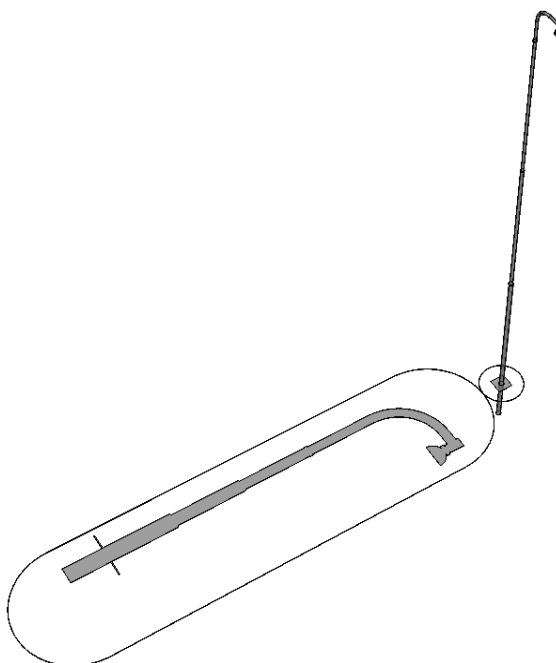
Osvětlení



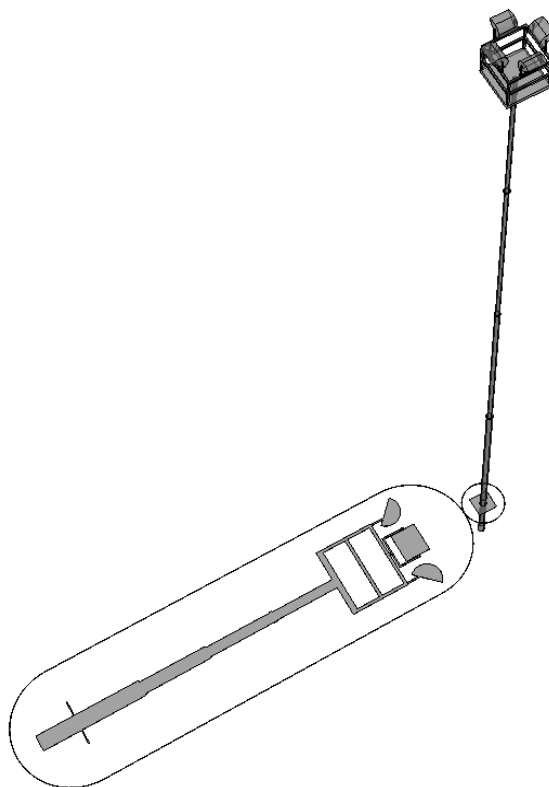
Obr. 27 Světlo s rozměry 200 x 200 x 100 mm



Obr. 28 Zářivkové světlo s rozměry 1300 x 200 x 150 mm - staženo z webové stránky CADforum a upraveno [64]

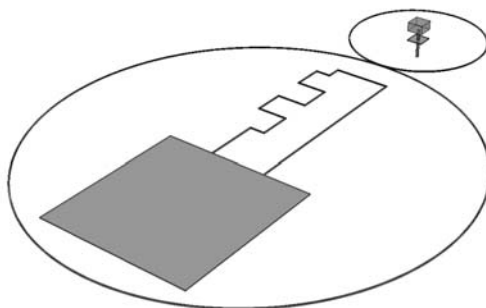


Obr. 29 Osvětlovací stožár s výškou 20 m

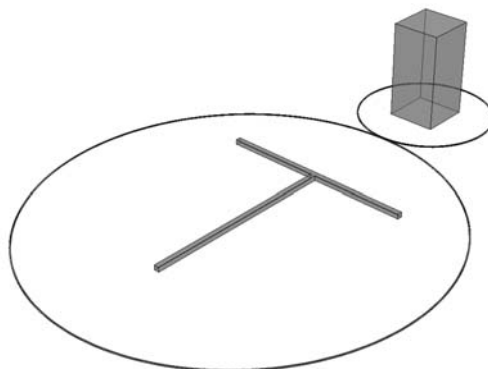


Obr. 30 Osvětlovací věž s výškou 25 m

Elektrický ohřev výměn (EOV)



Obr. 31 Svorkovnicová skříňka topných těles EOv s rozměry 160 x 160 x 200 mm



Obr. 32 Srážkové čidlo s rozměry 500 x 500 x 1000 mm

Elektrické pevné napájecí zařízení drážních kolejových vozidel (EPZ)

Nebylo modelováno

Výtahy, čerpadla

Nebylo modelováno

Vnitřní elektroinstalace

Obr. 33 Vypínač s rozměry 80 x 80 x 30 mm - staženo z webové stránky CADforum [64]

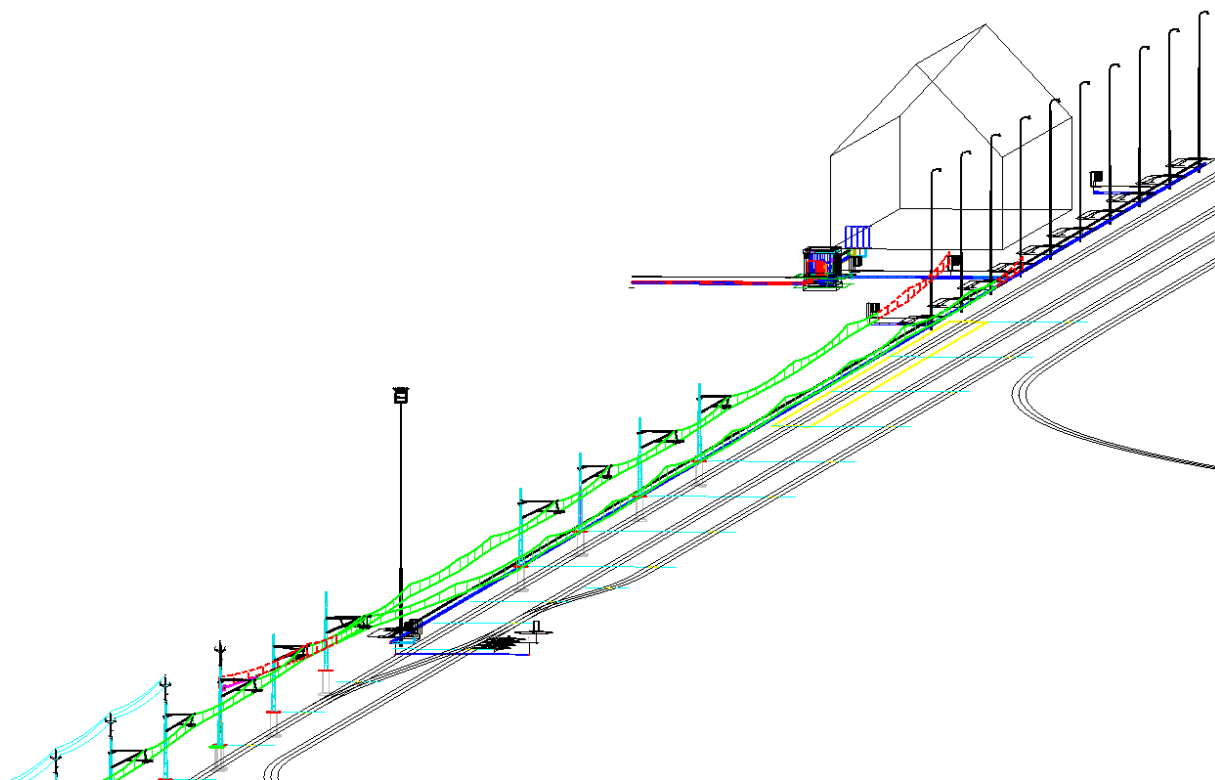


Obr. 34 Dvojitá zásuvka s rozměry 80 x 120 x 30 mm - staženo z webové stránky CADforum [64]

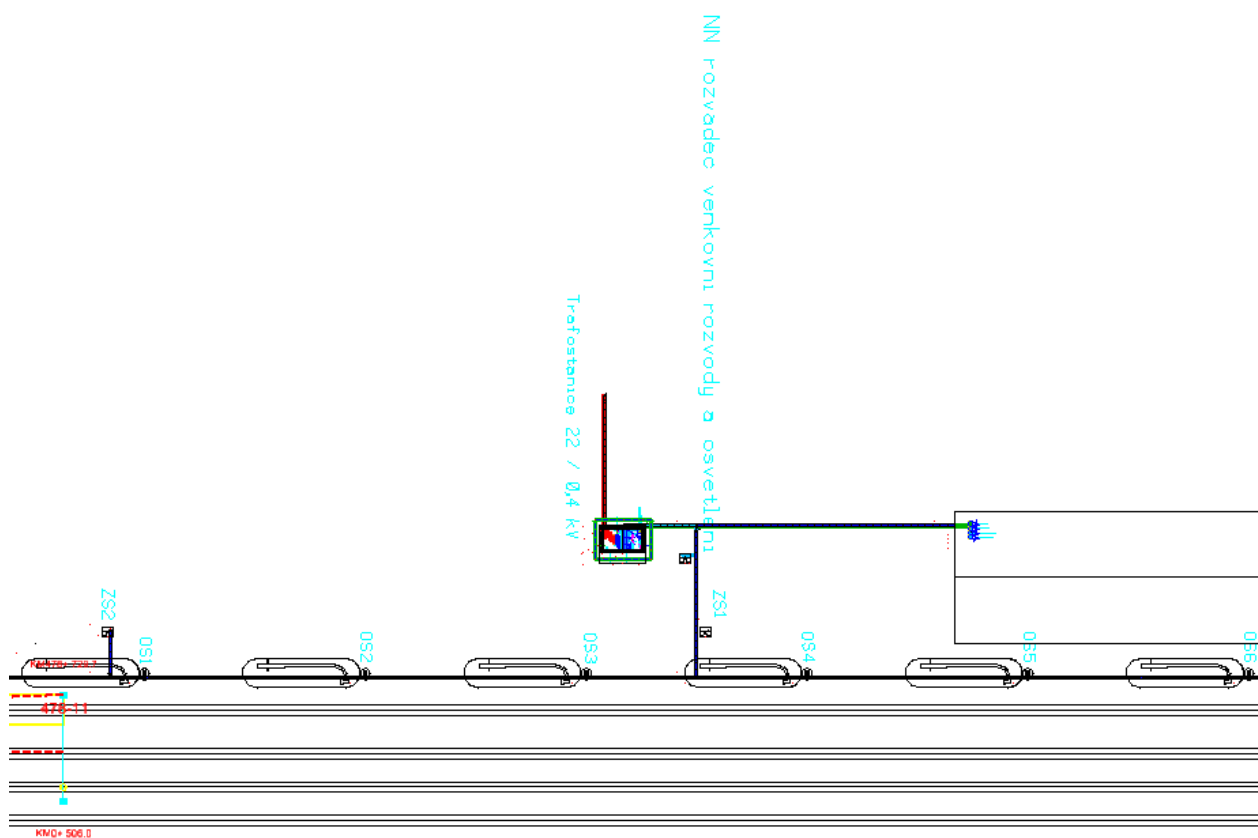
5.5.2 Tvorba modelu

Z knihovny prvků jsou vybírány prvky a umísťovány v závislosti na ose koleje, traťové vzdálenosti a okolního terénu nebo v závislosti na tzv. Hook points, tedy předem definovaných vztažných bodech. Prvky lze umísťovat i volně zadáním souřadnic XYZ. Pohled na celý model železniční stanice nabízí obrázek Obr. 35, pohled na půdorys části stanice obrázek Obr. 36. Pro ilustraci byl doplněn o jednoduchý objekt drážní budovy.

Přesné rozmístění prvků nebylo s výkresem tvořeném v AutoCADu sjednoceno. Byl modelován ohřev výměn pouze na jedné výhybce a pouze jedna osvětlovací věž.

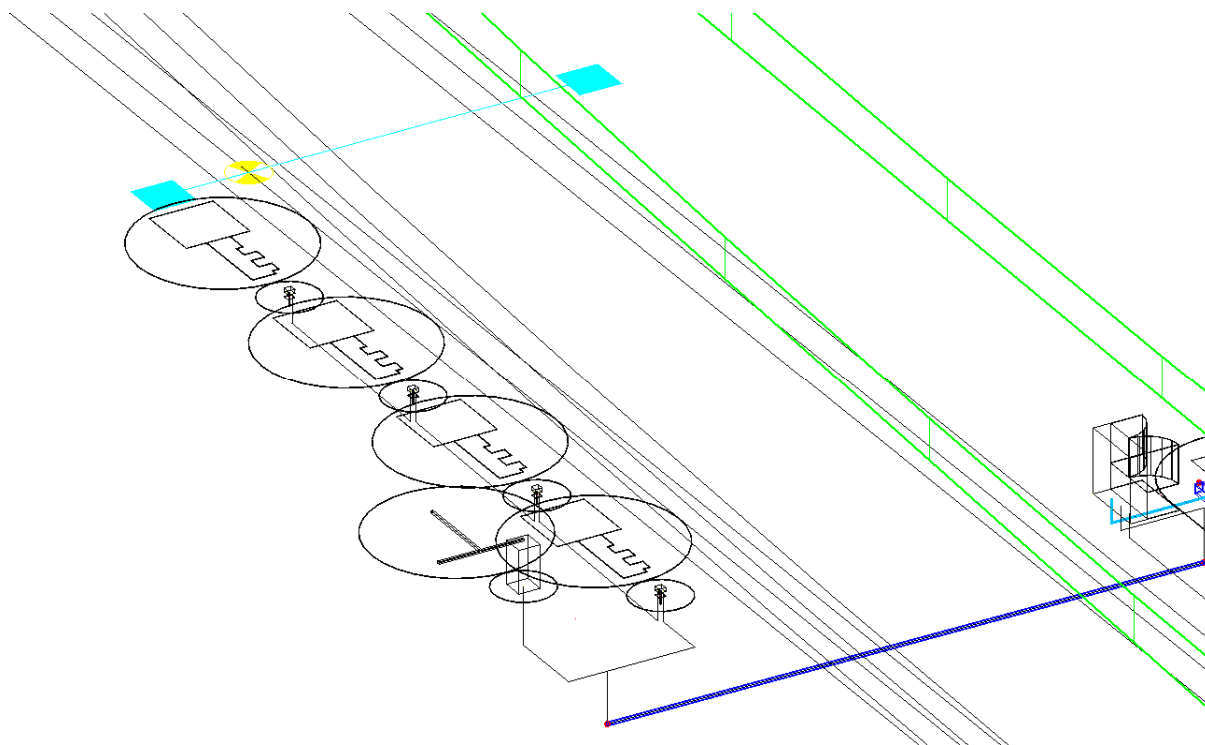


Obr. 35 Pohled na BIM model silnoproudých zařízení a rozvodů železniční stanice



Obr. 36 Pohled na půdorys modelu části železniční stanice

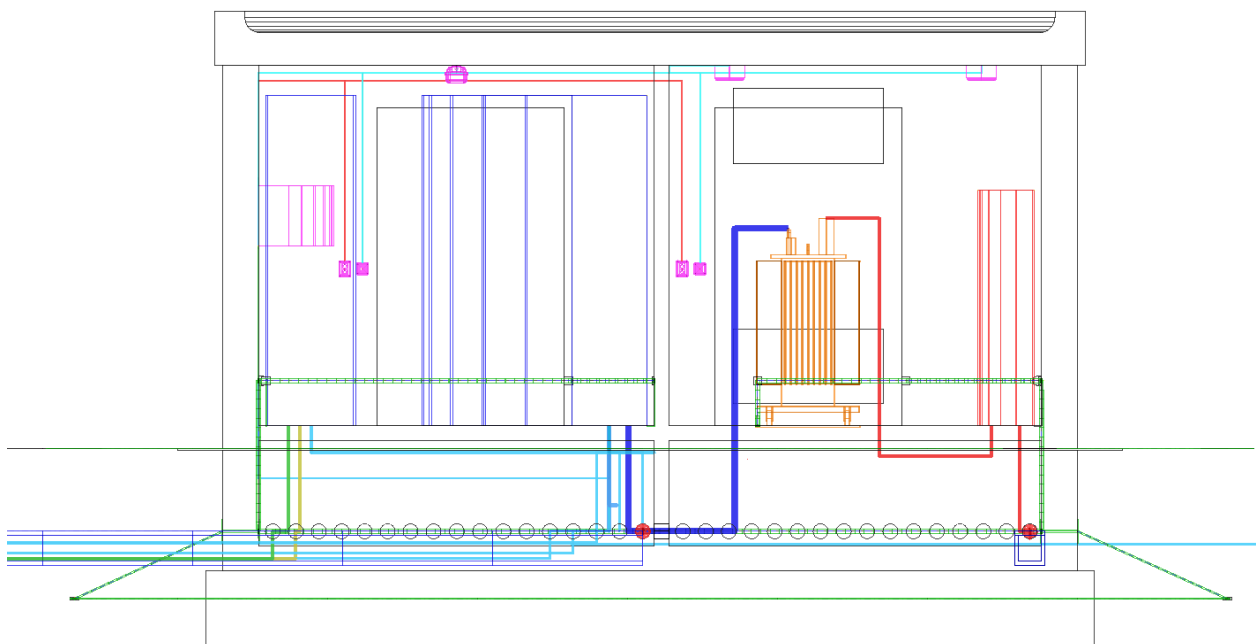
Detail modelu konkrétní elektrické technologie lze předvést na zařízení elektrického ohřevu výměn - EO.V.



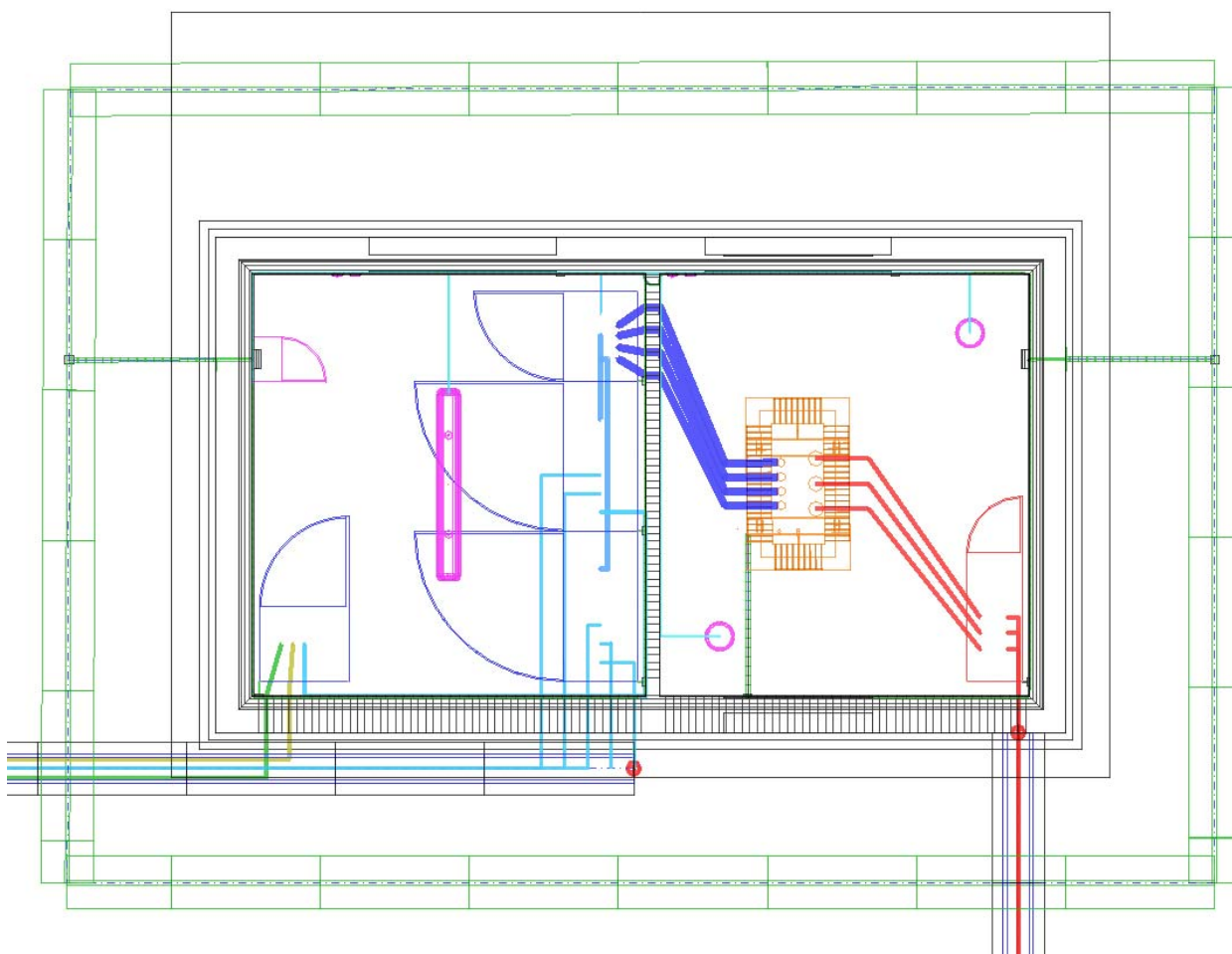
Obr. 37 Pohled na model model zařízení EOV

Napájení zařízení EOV je chráničkou přivedeno ze staniční rozvodny do rozvaděče EOV, kde je umístěné jištění, spínání, měření, komunikace a další zařízení nutná k provozu EOV. Z rozvaděče EOV potom vedou kabely k jednotlivým výhybkám, křížení kolejí je provedeno protlakem. Svorkovnicové skřínky jsou umístěny dvě, do každé připojeny čtyři topná tělesa na ohřev opornic a dvě svorkovnicové skřínky, do každé připojeny dvě topná tělesa na ohřev táhel. Topná tělesa již nejsou graficky modelována, neboť jde o poměrně bezvýznamný detail, ale mohou být obsažena negrafickou formou ve vlastnostech prvku svorkovnicové skřínky. V místě vyhřívané výhybky je umístěno i čidlo srážek a měření teploty kolejí.

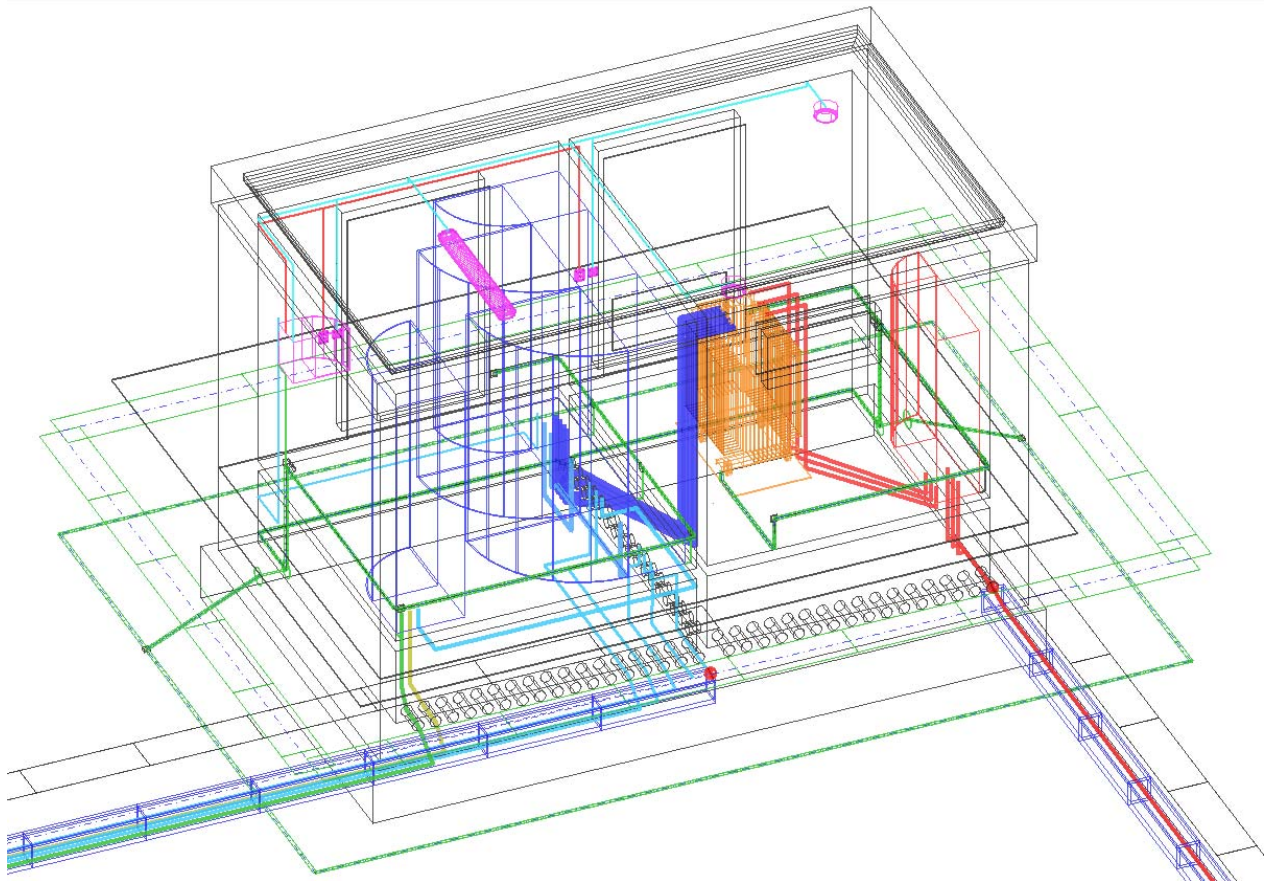
Každý BIM model má jistou míru detailního provedení, a to jak druhem obsažených informací, jak je uvedeno v obrázku Obr. 7, tak množstvím informací nebo velikostí nejmenších prvků, které má ještě smysl modelovat. Součástí liniové stavby je kromě rozmístění a propojení elektrických zařízení také elektrické vybavení těchto zařízení. Tedy další stupeň detailu. Například objekt trafostanice (Obr. 38, Obr. 39 a Obr. 40) obsahuje zařízení a vodiče. A dalším stupněm detailu je obsah těchto zařízení, třeba výzbroj rozvaděčů může být také modelována, ať už jako 3D model rozmístění a propojení nebo 2D schéma zapojení. S rostoucí mírou detailu modelu významně narůstá také množství dat obsažených v modelu a tím i nároky na výpočetní techniku.



Obr. 38 Boční pohled na model trafostanice VN / NN

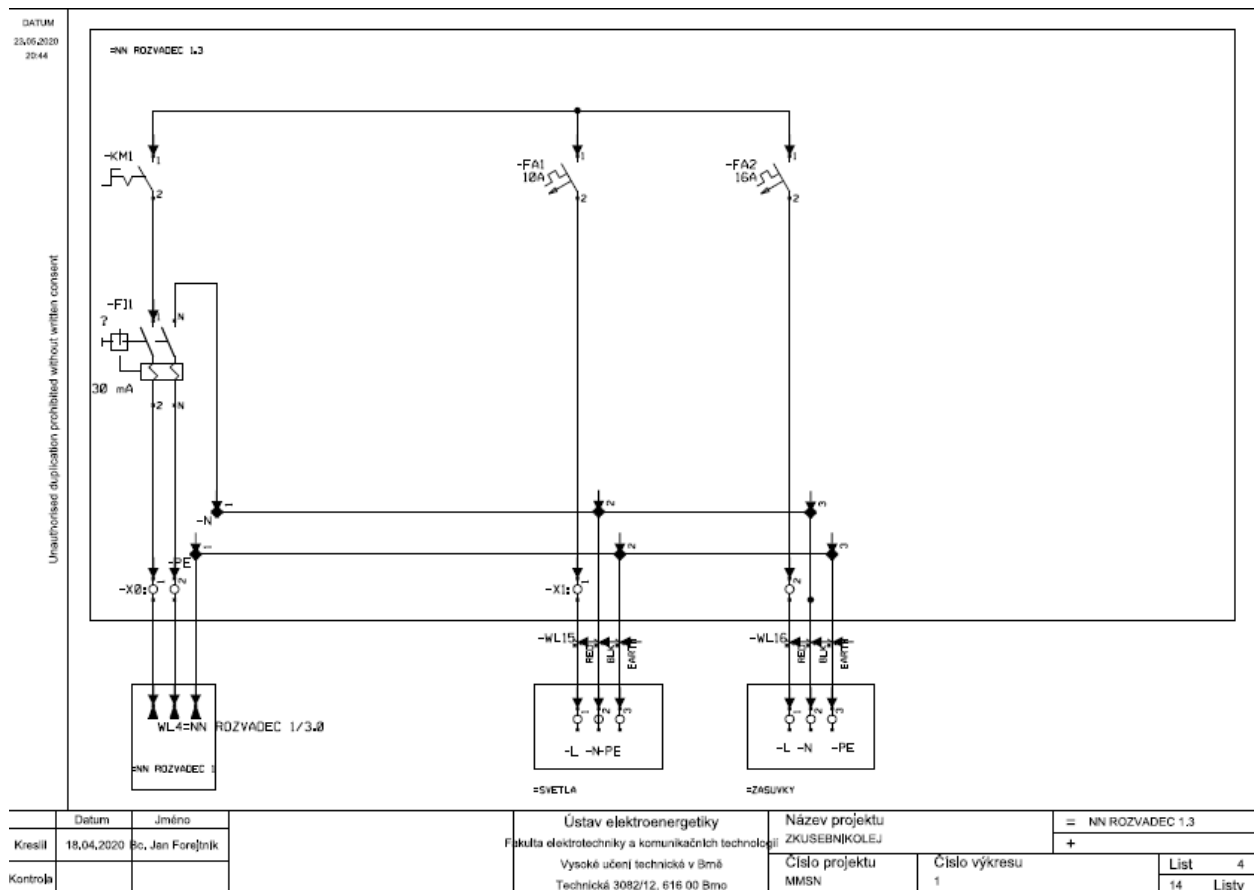


Obr. 39 Pohled na půdorys modelu trafostanice VN / NN



Obr. 40 Pohled na model trafostanice VN / NN

BIM model má fungovat, tak že je vše skládáno z připravených prvků a spojováno 3D vodiči a pomocí připravených funkcí budou generovány výstupy, jako dispoziční schémata nebo schémata zapojení. Takový postup ovšem potřebuje mnohem větší znalosti a zkušenosti práce v daném softwaru a dlouhou důkladnou přípravu, než čeho se dá dosáhnout během tvorby diplomové práce. V ukázkovém projektu proto probíhala tvorba 2D schémat zapojení (např. Obr. 41) současně s tvorbou 3D modelu. Cílem bylo vytvořit dokumentaci, z níž by Promis.e uměl generovat správný seznam kabelů nebo seznam dokumentace. Kvůli seznamu kabelů bylo nutno logicky propojit 3D křivku kabelu v modelu s kabelem ve 2D dokumentaci. To by vedlo k automatickému vyplňování hodnoty délky kabelu v generovaném seznamu kabelů. Takové logické spojení se zatím nepodařilo provést a tak byla ručně zjišťována délka z vlastností jednotlivých 3D křivek a doplňována do vlastností kabelu kresleného ve 2D dokumentaci.



Obr. 41 Schéma vnitřního zapojení rozvaděče NN ROZVADEC 1.3

5.5.3 Výstupy

Výstupem ukázkového projektu tvořeného pomocí Promis.e je BIM model silnoproudých zařízení a rozvodů železniční stanice, schémata zapojení vybraných elektrických zařízení, generovaný seznam kabelů, seznam dokumentace a dispozice. Všechny tyto části jsou obsahem přílohy Příloha B ve formátu PDF a DGN. Generované dispozice zatím nenaplnují původní představu.

5.5.4 Předání modelu zadavateli

Součástí práce podle metody BIM je použití existujícího BIM modelu, umístěného ve společném datovém prostředí ve formě jednotného datového formátu, jako podklad pro tvorbu své části, exportování své práce do jednotného datového formátu a odevzdání do společného datového prostředí. Pro potřeby tohoto ukázkového projektu ale společné datové prostředí zřízeno nebylo. Tato verze Promis.e také ještě neumí pracovat s jednotným datovým formátem IFC (nové verze už tento nedostatek nemají) a tak lze vytvořený BIM model předávat například klasický emailem a pouze v originálním formátu DGN nebo jej exportovat do formátů DWG, DXF atd.

5.5.5 Další možný postup v přípravě Promis.e

V práci s Promis.e je možné pokračovat například těmito body:

- zanesení více negrafických informací do prvku: výkon spotřebiče (umožňuje výpis instalovaných výkonů v projektu a automatický výpočet celkového instalovaného výkonu), cena prvku podle Oborového třídníku stavebních konstrukcí a prací (OTSKP) (je podkladem pro přibližný odhad celkové ceny zařízení, ceny jsou v třídníku aktualizovány přibližně jednou za rok, případně dle potřeby a je tedy potřeba vyvinout způsob jak tyto informace převést pokud možno automaticky do knihovny prvků) [65]
- propracování knihovny prvků, logicky ji rozdělit a průběžně aktualizovat
- vytvořit různé konfigurace pro každý prvek
- připravit vlastní šablony pro generování výstupů s funkčními odkazy
- logicky propojit 3D modelování s tvorbou 2D schémat
- vytvořit další zařízení, vybavení, prvky, funkce, makra: hromosvod (kromě modelování soustavy nutnost vytvořit funkci pro kontrolu, např. metodou valící se koule), modelování ochranných pásem vodičů, modelování i nejmenších součástí (např. spotřebiče jako topná tělesa EOv, vybavení kabelů jako vývodky nebo barva folie, která kryje kabely) negrafickým způsobem nebo jenom 2D schématem zapojení a dostupných výběrem z nabídky při osazování posledního rozvaděče nebo pokládání kabelu apod.
- nastavit přepínání zobrazení popisků prvků, tak aby při změnách pohledů a přiblížení mohly mít i konstantní velikost a natočení vodorovně s obrazovkou
- nastavit spolupráci se softwary pro návrh osvětlení
- využít komplexního softwarového řešení od společnosti Bentley pro celou firmu
- vyladit spolupráci s dalšími stranami pomocí jednotného datového formátu

Další podněty k vylepšování budou vznikat časem v závislosti na požadavcích zakázek.

6 POROVNÁNÍ ZPŮSOBŮ PROJEKTOVÁNÍ

Projektování pomocí AutoCADu je dnes běžnou praxí. K tomu každá projekční jednotka používá různé nastavby nebo svoje makra apod. Často se používají šablony a jejich úprava pro konkrétní projekt. Případné změny v projektu se provádí ručně, což je poměrně zdoluhavé a zvyšuje se tím pravděpodobnost výskytu chyby. Zvláště pak když se zároveň provádí změny ve schématech zapojení, dispozicích a třeba seznamu kabelů. Při kreslení rozvodů bylo nutné dát si velký pozor na všechna logická propojení mezi rozvaděči. Výkresová dokumentace má rozsah až 70 stran. Práce na ukázkovém projektu pomocí AutoCADu trvala 2 týdny a pro kompletní dokončení včetně nevýkresových částí by bylo ještě zapotřebí doby alespoň jednou tak dlouhé.

Při projektování pomocí Promis.e se většina dodatečných změn dá dělat pomocí funkcí, např. automatické číslování svorek, kabelů, zařízení nebo změnou v knihovně prvků, která se po potvrzení projeví v celém projektu. Práci s knihovnou prvků odpadá také práce pomocí kopírování (např. ze starších projektů). Také odpadá, použitím předpřipravených rámečků a rohových razítek s odkazy pro automatické vyplňování, množství stereotypní práce.

Kreslení 2D schémat je velice podobné práci v softwaru Eplan, ale pracovní prostředí Eplanu je pro nezaškoleného uživatele mnohem přehlednější.

Dá se předpokládat, že nový způsob projektování bude vyžadovat vyšší kvalifikaci personálu. Učení se s novým nástrojem popisuje tzv. Learning curve, tedy křivka učení. Z internetových diskuzí a popisu softwarů vyplývá, že křivka učení se s softwary založených na Microstation, kam patří i Promis.e, je podstatně delší než křivka učení se s AutoCADem. Ovšem uživatelé, kteří přešli na Microstation a osvojili si práci v něm, jsou většinou velmi spokojeni a k AutoCADu by se už nevrátili, neboť se doslova snížil počet stisknutí kláves k dosažení stejného výsledku. Tedy na první pohled naprosto neintuitivní prostředí, ve skutečnosti skrývá mnoho jednoduše použitelných funkcí.

7 DOPORUČENÝ POSTUP PRO PROJEKTOVÁNÍ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ PODLE METODY BIM

Zavádění metody BIM do projektování elektrických zařízení není tak složité, jak se může zdát. Předpokladem pro úspěšné zvládnutí je samozřejmě znalost řešeného odvětví a pracovní zkušenost. Klíčovými body potom jsou:

- definování obecné strategie využívání metody BIM, sdílení dat s partnery a získání obecného povědomí o problematice
- zvolení softwarového nástroje, který je vhodný pro projektování elektrických zařízení a zároveň vhodný pro import a export dat v obecném formátu.
- využití celého potenciálu vybraného softwaru

Podnětem pro zavedení metody BIM může být především poptávka po tomto druhu dokumentace, požadavek z vyšších míst nebo zájem projektantů o nové nástroje zjednodušující práci. Aby byl přechod maximálně efektivní, je vhodné zainteresovat ideálně všechny spolupracující strany a samozřejmě své zaměstnance. Dále se nastaví politika sdílení dat a vybere se vhodný softwarový nástroj nebo komplexní softwarové řešení. To je základem celého úspěchu. Vybraný nástroj má naplňovat pokud možno všechny požadavky uživatelů, což se samozřejmě odrazí v jeho ceně. Není zde vhodné vybírat software jen podle ceny, ale především podle účelnosti. Nelze také opomenout náklady na odpovídající hardware. Je vhodné vyčlenit zaměstnance, který se bude věnovat správě tohoto nástroje.

Samotné projektování podle metody BIM pomocí vybraného nástroje se neobejde bez jeho dokonalé znalosti. Takový software skrývá spoustu nástrojů k podpoře projektování. Většinou bývá založen na knihovně prvků, kterou je potřeba upravovat doplňovat. Průběžná práce na vlastní knihovně prvků přispívá k rychlejší práci na samotných projektech. Proces zavádění lze částečně popsat i větší částí cyklu informačního modelu, který je na obrázku *Obr. 8*.

Výrobci softwarových nástrojů pořádají různé kurzy pro efektivní práci s jejich produkty. Je vhodné při investici do nového softwaru s náklady na tyto kurzy dopředu počítat. Řešení projektů s pomocí nového softwaru přináší a prohlubuje zkušenosti. Vznikají problémy, které je potřeba vyřešit a nové otázky, které pomůže zodpovědět zákaznická podpora.

Kromě finanční investice do nového nástroje pracujícího podle metody BIM je nutná i investice časová a to také investice do doby, po kterou se místo práce na projektech zaměstnanci seznamují se softwarem. Průběžné upravování takového softwaru zrychluje a zjednodušuje práci na projektech.

Lze předpokládat, že po návrhu železniční trasy, jakožto spodku i svršku, budou ze společného datového prostředí tuto trasu stahovat další profese a tamtéž průběžně odevzdávat svoji vyhotovenou část. Hlavní inženýr projektu pak řeší kolize mezi těmito částmi a podává pokyny k přepracování. Pokud je například, jako u tohoto ukázkového projektu, známá i poloha podpěrných konstrukcí trakčního vedení, lze se jim kabelovými trasami vyhnout a navrhovaná zařízení umístit bez kolize.

8 ZÁVĚR

Tato diplomová práce řeší téma Moderní přístupy k projektování elektrických zařízení se zaměřením na železniční stavby.

Při tvorbě této diplomové práce bylo jako hlavní a prakticky i jediný moderní přístup k projektování staveb vyhodnoceno digitalizování. V prostředí České republiky jde o Stavebnictví 4.0. Ke správnému využití výpočetní techniky je nutná velká míra standardizace, což řeší metoda BIM. Její princip je založen na sdílení dat pomocí jednotných datových formátů a zainteresování ideálně celé stavařské obce. S podporou Evropské unie je tato metoda v České republice zaváděna plošně.

Zavedení metody BIM je v začátcích pro stavební společnosti jednak výzvou, zajímavou investicí a zároveň nutností pro budoucí účast na významných projektech. Pro pracovníky to bude znamenat ovládnutí nových softwarových nástrojů, ale především změnu myšlení při projekčních pracích. Všechny profese se účastní tvorby jednoho modelu BIM, který je stále aktuální. K tomu je potřeba kvalifikovanější personál. Úsilí vynaložené na přípravu pracovních nástrojů se však zúročí v rychlejší tvorbě projektové dokumentace, s tím se zvládne zpracovat větší počet zakázek, z čehož by měly plynout lepší hospodářské výsledky firem.

Metoda BIM je pro projektování elektrických zařízení liniových staveb v České republice úplnou novinkou.

Pro potřeby této diplomové práce na železničních stavbách byly nejdříve shrnuty základní informace o projektovaných zařízeních, o způsobu projektování aktuálním způsobem a pak byla studována tato nová metoda, interpretována a prakticky zkoušena na ukázkovém projektu. Byl porovnán způsob projektování aktuálním způsobem se způsobem projektování podle metody BIM. Byl popsán doporučený postup projektování podle metody BIM.

Cílem ukázkového projektu bylo vyzkoušet základní principy projektování podle metody BIM, tedy nastavení zvoleného nástroje, modelování konkrétních zařízení, generování výstupů, předávání dat mezi profesemi atd. Pod ukázkovým projektem vznikala výkresová dokumentace silnoproudých zařízení, technologií a rozvodů železniční stanice ve stupni provedení DSP (Projektová dokumentace pro vydání stavebního povolení). Projekt byl pro potřeby této práce značně zjednodušen. Například nebylo řešeno dimenzování vodičů a jištění, tato část je dalším z předpokládaných kroků v prohlubování informací modelu.

Ukázkový projekt byl kreslen nejdříve pomocí klasického nástroje AutoCAD jako příprava pro modelování podle metody BIM a je obsažen v příloze Příloha A. Modelování podle metody BIM probíhalo pomocí moderního nástroje Promis.e. Projekt vznikl bez jakéhokoliv zaškolovacího kurzu práce s tímto softwarem. Proto bylo nutno řešit množství problémů, například pochopení způsobu práce v naprosto neintuitivním prostředí nebo prakticky nefungující elearningový videokurz. Bezpodmínečnou nutností byla tvorba vlastní knihovny prvků. Tvorba modelu byla pak díky funkcemi vybavenému softwaru poměrně rychlou záležitostí. Generované výsledky jsou součástí přílohy Příloha B. Diskuze nad způsobem práce pomocí obou nástrojů je obsahem kapitoly 6.

V práci se softwarem Promis.e bude společnost, která jej poskytla, dále pokračovat. Touto diplomovou prací došlo k základnímu seznámení s metodou BIM a softwarem. Následně by bylo vhodné, aby společnost nechala proškolit projektanty v práci s Promis.e, posílat je na konference nebo za prací do zemí, kde je BIM běžnou praxí. Třeba do Velké Británie nebo do států

Skandinávie. Takto zkušeni projektanti budou pokračovat ve zdokonalování knihovny prvků, případně budou tvořit vlastní funkce a začnou v Promis.e aktivně projektovat. Body, kterými je potřeba se zabírat, jsou rozepsány v kapitole 5.5.5. Promis.e bude také sloužit k projektování zabezpečovacího a sdělovacího zařízení. Společnost také plánuje zahájit včasnou spolupráci na prvních zakázkách. Správa železnic vypisuje pilotní projekty fáze 2, na kterých se budou ověřovat koncepční dokumenty Státního fondu dopravní infrastruktury. Takovou zakázkou je např. Rekonstrukce žst. Rožnov pod Radhoštěm. Tato stanice není nijak rozsáhlá, tedy může dobře posloužit jako startovací projekt.

Vzhledem k nástupu digitálního věku je potřeba k zaběhnutým činnostem přistupovat moderně. Metoda BIM je perspektivní a dynamicky se rozšiřujícím nástrojem k dosahování lepší účinnosti práce ve stavebnictví. Nepsanou povinností každého odborníka je sledovat moderní trendy a přizpůsobit jim svoji činnost. Pokud projektant silnoproudých zařízení a technologie zvládne přechod na metodu BIM, přispěje tak malým, ale za to významným dílem k všeobecnému rozvoji.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] SPRÁVA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY, STÁTNÍ ORGANIZACE. *TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB STÁTNÍCH DRAH: Kapitola 26 OSVĚTLENÍ, EO,V, STOŽÁROVÉ TRANSFORMOVNY VN/NN, ROZVODY NN VČETNĚ DÁLKOVÉHO OVLÁDÁNÍ*. Třetí - aktualizované vydání změna č. 10. Praha: Správa železniční dopravní cesty, 2016, 20 s.
- [2] SPRÁVA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY, STÁTNÍ ORGANIZACE. *TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB STÁTNÍCH DRAH: Kapitola 29 SILNOPROUDÁ TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ*. Třetí - aktualizované vydání změna č. 10. Praha: Správa železniční dopravní cesty, 2016, 28 s.
- [3] SPRÁVA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY, STÁTNÍ ORGANIZACE. *TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB STÁTNÍCH DRAH: Kapitola 30 SILNOPROUDÉ ROZVODY VN, SOUSTAVA 6 kV A 22 kV, NAPÁJENÍ Z TV*. Třetí - aktualizované vydání změna č. 11. Praha: Správa železniční dopravní cesty, 2017, 24 s.
- [4] SPRÁVA ŽELEZNIC, STÁTNÍ ORGANIZACE. *PRAVIDLA PROVOZOVÁNÍ LOKÁLNÍ DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY ŽELEZNICE*. Praha: Správa železnic, 2019, 170 s. Dostupné také z: https://www.spravazeleznice.cz/documents/50004227/50156902/Pravidla_provozovani_LDS.pdf/7b858d2b-a227-4e16-a3d5-4d2f9c95c378
- [5] VERZICH, Vladimír. ČD, a.s., Technická ústředna Českých drah. *Napájecí systémy železničních zabezpečovacích zařízení*. I. Praha: Ing. Václav Svoboda, 2005. ISBN 80 - 85104 - 86 - 5
- [6] Ministerstvo dopravy [online]. [cit. 2019-12-1]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz>
- [7] SPRÁVA ŽELEZNIC, STÁTNÍ ORGANIZACE. *Prohlášení o dráze celostátní a regionální: platné pro přípravu jízdního řádu 2020 a pro jízdní řád 2020, ve znění změny č. 1 účinné od 1. 4. 2019 a změny č. 2 účinné od 1. 12. 2019*. Změna č. 3. Praha: Správa železnic, 2020, 317 s. Dostupné také z: <https://www.szdc.cz/documents/50004227/50158882/prohlaseni-o-draze-2020-2.zmena.pdf/55facc57-725b-4b61-966a-41488f884d26>
- [8] *KONCEPCE PŘI NAKLÁDÁNÍ S NEMOVITOSTMI OSOBNÍCH NÁDRAŽÍ* [online]. In: . 17.12.2019, s. 58 [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.szdc.cz/stavby-zakazky/podklady-pro-zhotovitele/koncepce-pri-nakladani-s-nemovitostmi-osobnich-nadrazi>
- [9] Rok 2020 bude pro Správu železnic ve znamení rekonstrukcí tratí, nádražích budov a přípravy VRT. *Ministerstvo dopravy ČR* [online]. 23.1.2020 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Media/Media-a-tiskove-zpravy/Rok-2020-bude-pro-Spravu-zeleznic-ve-znameni-vysok>
- [10] MAJDA, František. Elektrifikace železnic. *Elektro: Časopis pro elektrotechniku*. 2011, 2011(10), 2. Dostupné také z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/44573.pdf>

- [11] BERLÍNSKÝ, Jiří. *Návrh jednotné napájecí soustavy na železnici*. Praha, 2017, 79 s. Diplomová práce. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE Fakulta dopravní. Vedoucí práce Zdeněk Michl.
- [12] Koncepce přechodu na jednotnou napájecí soustavu na české železniční síti. *Ministerstvo dopravy ČR* [online]. 20.1.2017 [cit. 2020-03-05]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Dokumenty/Drazni-doprava/Zeleznicni-infrastruktura/Koncepce-prechodu-na-jednotnou-napajeci-soustavu-n>
- [13] Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera: *Aplikace ERTMS/ETCS v ČR* - Sborník příspěvků, Pardubice 25. a 26. říjen 2004
- [14] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. *PROGRAM ROZVOJE RYCHLÝCH ŽELEZNIČNÍCH SPOJENÍ V ČR: Návrh zadání koncepčního strategického dokumentu. 2017*. Dostupné také z: https://www.mdcz.cz/getattachment/Media/Media-a-tiskove-zpravy/Ministr-Tok-Vysokorychlostni-trate-potrebuji-novy/MD_Program-rozvoje-rychlych-spojeni-v-CR.pdf.aspx
- [15] JANOVSKEÝ, Antonín. *HISTORIE PROJEKTOVÁNÍ VYSOKORYCHLOSTNÍCH TRATÍ V ČR* [online]. 31.8.2014, , 4 [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: <https://www.vysokorychlostni-zeleznice.cz/historie-projektovani-vysokorychlostnich-trati-v-cr/>
- [16] *Modernizace*. Správa železnic, státní organizace [online]. [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: <https://www.szdc.cz/stavby-zakazky/modernizace>
- [17] *Informační systém pro implementaci práva EU: 3. APROXIMACE LEGISLATIVY ČR A ES - TECHNICKÁ HARMONIZACE - PRINCIPY* [online]. [cit. 2019-10-18]. Dostupné z: <https://isap.vlada.cz/dul/cesty.nsf/7f723857997b924bc1257926004bd509/6b7af9ab192a4afdc12563b200077eed?OpenDocument>
- [18] *Ministerstvo vnitra: Sbírka zákonů a Sbírka mezinárodních smluv* [online]. [cit. 2019-10-21]. Dostupné z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/>
- [19] *Zákony pro lidi: Sbírka zákonů ČR* [online]. [cit. 2019-9-26]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/>
- [20] *ČAS Česká agentura pro standardizaci: online vyhledávání* [online]. [cit. 2019-9-26]. Dostupné z: <https://csnonline.agentura-cas.cz/>
- [21] *Legislativa v drážní dopravě: Právo. Ministerstvo dopravy ČR* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy, 2020 [cit. 2020-02-29]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Dokumenty/Drazni-doprava/Legislativa-v-drazni-doprave>
- [22] *Ministerstvo dopravy: Strategické dokumenty. MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ ČR. Databáze strategií: Portál strategických dokumentů v ČR* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj, 2020 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: <https://www.databaze-strategie.cz/cz/md/strategie>
- [23] *Předpisy. SPRÁVA ŽELEZNIC, STÁTNÍ ORGANIZACE. Provozování dráhy* [online]. Praha: Správa železnic, 2020 [cit. 2020-02-29]. Dostupné z: <https://provoz.szdc.cz/portal/ViewArticle.aspx?oid=136>

- [24] Smluvní podmínky FIDIC. SPRÁVA ŽELEZNIC, STÁTNÍ ORGANIZACE. Správa železnic, státní organizace [online]. Praha: Správa železnic, 2020 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: <https://www.szdc.cz/stavby-zakazky/podklady-pro-zhotovitele/smluvni-podminky-fidic>
- [25] DVOŘÁČEK, K. *Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací* 3. aktualizované vydání, Pardubice: IN-EL, 2018, 116 s. ISBN 978-80-87942-38-3
- [26] Čtvrtá průmyslová revoluce nastupuje: a ČR nesmí zůstat stranou. *Český dialog* [online]. Praha: Mezinárodní český klub, 2016, 2016(7), 6 [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <http://www.cesky-dialog.net/clanek/7459-ctvrta-prumyslova-revoluce-nastupuje/>
- [27] SIKOROVÁ, Magdaléna. 4. průmyslová revoluce mění povahu lidské společnosti. In: *Ekontech* [online]. Praha: Asociace studentů a absolventů, 2020, 28.10.2019, s. 5 [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <https://www.ekontech.cz/clanek/4-prumyslova-revoluce-meni-povahu-lidske-spolecnosti>
- [28] KOCOUREK, E. 4. průmyslová revoluce. In: *Metodický portál: inspirace a zkušenosti učitelů* [online]. Praha: Národní pedagogický institut, 2020, 2.5.2016, s. 3 [cit. 2020-04-06]. Dostupné z: <https://spomocnik.rvp.cz/clanek/20857/4-PRUMYSLOVA-REVOLUCE.html>
- [29] DZURILLA, Vladimír a tým. *Digitální Česko Vládní program digitalizace České republiky 2018+: Úvodní dokument* [online]. 1. Praha: Úřad vlády České republiky, 2018, 18 s. [cit. 2020-04-09].
- [30] Digitální Česko: Vládní program digitalizace České republiky 2018+ (říjen 2018). KUBÁŇ, Michal. MINISTERSTVO VNITRA ČESKÉ REPUBLIKY. Otevřená data v ČR: *Portál pro poskytovatele* [online]. Praha: Ministerstvo vnitra, 2020, 10.7.2019 [cit. 2020-04-12]. Dostupné z: https://opendata.gov.cz/legislativa:digit%C3%A1ln%C3%AD_%C4%8Desko
- [31] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR. *Iniciativa Průmysl 4.0* [online]. 1. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2016, 228 s. [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/53723/64358/658713/priloha001.pdf>
- [32] BOHUTÍNSKÁ, Jana. Stavebnictví 4.0 je na obzoru. In: MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR. *Businessinfo: oficiální portál pro podnikání a export* [online]. Praha: Česká agentura na podporu obchodu/CzechTrade, 2020, 14.4.2017 [cit. 2020-04-12]. Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/clanky/stavebnictvi-40-je-na-obzoru/>. Převzato z časopisu Komora.
- [33] VANĚK, Petr. CZ BIM - Stavebnictví 4.0 aneb na cestě za digitalizací stavebnictví. KONSTRUKCE MEDIA, S.R.O. KONSTRUKCE: *Odborný časopis pro stavebnictví a strojírenství* [online]. 16.4.2018, , 3 [cit. 2020-04-12]. ISSN 1803-8433. Dostupné z: <http://old.konstrukce.cz/clanek/cz-bim-stavebnictvi-4-0-aneb-na-cestě-za-digitalizaci-stavebnictvi/>

- [34] FIBIGER, Jan. Digitalizace a Stavebnictví 4.0: Jak budou vypadat naše chytrá města? *TOPINFO S.R.O. TZB-info: Nejnavštěvovanější odborný portál pro stavebnictví a technická zařízení budov* [online]. 2020, , 4 [cit. 2020-04-12]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/20138-digitalizace-a-stavebnictvi-4-0-jak-budou-vypadat-nase-chytra-mesta>
- [35] Nové trendy v projektování staveb - principy BIM. SNI S.R.O. *Stavební investorské noviny* [online]. 2020, 26.10.2017, , 6 [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://tvstav.cz/clanek/4747-nove-trendy-v-projektovani-staveb-principy-bim>
- [36] BIM informační modelování staveb. In: MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. *Státní fond dopravní infrastruktury* [online]. Praha: Státní fond dopravní infrastruktury, 2020 [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://www.sfdi.cz/bim-informacni-modelovani-staveb/>
- [37] MCPARTLAND, Richard. Definitions for levels of BIM maturity from Level 0, through Level 1, Level 2 and Level 3 and beyond. In: NATIONAL BIM LIBRARY. *NBS* [online]. Newcastle upon Tyne: NBS, 2020, 1.11.2014 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained>
- [38] BIM levels. In: *Media Springnature* [online]. -: Media Springnature, 2020 [cit. 2020-01-22]. Dostupné z: https://media.springernature.com/original/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F978-3-319-92862-3_1/MediaObjects/421468_1_En_1_Fig7_HTML.png
- [39] JOSSEAUX, Benjamin. The BIM revolution in building management. In: DRAWBOTICS SPRL. *Drawbotics* [online]. Drawbotics, 2020, 7.11.2018 [cit. 2020-02-19]. Dostupné z: https://blog.drawbotics.com/2018/11/07/the-bim-revolution-in-building-management/?fbclid=IwAR3RF4u3qLVJhVWXlk9RG7_K_mFuSnMLDb1drCugrJaE0lXousoGoGi0-WA
- [40] *Ministerstvo průmyslu a obchodu: Koncepce zavádění metody BIM v České republice* [online]. [cit. 2019-10-25]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/stavebnictvi-a-suroviny/bim/2017/10/Koncepce-zavadeni-metody-BIM-v-CR.pdf>
- [41] *ISO 16739-1:2018: Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema*. 1. Geneva: International Organization for Standardization ISO, 2018, 1474 s. ICS : 25.040.40. Dostupné také z: <https://www.iso.org/standard/70303.html>
- [42] ŠEJNOHA, Josef. Pilotní projekty BIM v prostředí ŘSD ČR: (Silniční konference 2017, Brno). In: ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR. ŘSD ČR: *Ředitelství silnic a dálnic ČR* [online]. Praha: Ředitelství silnic a dálnic, 2020 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: https://www.sfdi.cz/soubory/bim/pilotni_projekty_bim_rsd.pdf?fbclid=IwAR1uZRzQlfwEtvXq9D78kjdgpXfv3ZYAU1XONWXgig0pwnmLmWOrGIK1QmY. Prezentace ŘSD.

- [43] NATKEVIČIŪTĖ, Laima. CDE. In: INTELLIGENT BIM SOLUTIONS, UAB. *Intelligent BIM Solutions* [online]. Vilnius: Intelligent BIM Solutions, 2020, 8.11.2018 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://ibimsolutions.lt/straipsniai/vieninga-duomenu-aplinka-cde-kokybiskam-bim-projekto-procesui/attachment/cde/?fbclid=IwAR1ZnXvm3IKLn6EPQsLKzHXYyW-p4cKi0FezGWII0gCknoqYhVqQwvB-XFw>
- [44] CIRIA TRADING. *UK BIM Framework: THE OVERARCHING APPROACH TO IMPLEMENTING BIM IN THE UK* [online]. London: CIRIA, 2020 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://ukbimframework.org/>
- [45] EU BIM TASKGROUP. *Příručka pro zavádění informačního modelování staveb (BIM) evropským veřejným sektorem: Strategická opatření pro zvýšení výkonnosti stavebnictví: hybatel profitu, inovací a růstu* [online]. EU BIM, 2018, 80 s. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <http://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2018/02/GROW-2017-01356-00-00-CS-TRA-00.pdf>
- [46] SHIMONTI, Paul. BIM adoption around the world: how good are we? In: GEOSPATIAL MEDIA AND COMMUNICATIONS BV. *GEOSPATIAL WORLD* [online]. Amersfoort, Netherlands: Geospatial Media and Communications, 2020, 15.12.2018, s. 10 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://www.geospatialworld.net/article/bim-adoption-around-the-world-how-good-are-we/?fbclid=IwAR0vyPTp2OiyAPwWDRouLPOoWcXFRRJi14FCN6ZnTqpMolkg3YlBDDeLZ6A>
- [47] Current state of BIM in the major countries of the world. In: CUPA STONE. *CUPA STONE: The experts in natural stones* [online]. Vigo – Pontevedra, Spain: Cupa stone, 2020, s. 5 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://cupastone.com/bim-countries-world/>
- [48] Hospodářská komora České republiky: *Koncepce zavádění metody BIM v ČR schválena vládou* [online]. [cit. 2019-10-25]. Dostupné z: <https://www.komora.cz/legislation/16716-vyznam-metody-bim-building-information-modelling-pro-stavebni-praxi-v-cr-t-1-9-2016/>
- [49] USNESENÍ VLÁDY ČESKÉ REPUBLIKY ze dne 2. listopadu 2016 č. 958: o významu metody BIM (Building Information Modelling) pro stavební praxi v České republice a návrh dalšího postupu pro její zavedení [online]. [cit. 2019-10-25]. Dostupné z: <https://apps.odok.cz/attachment/-/down/RCIAAFHAXAZM>
- [50] USNESENÍ VLÁDY ČESKÉ REPUBLIKY ze dne 25. září 2017 č. 682: o Koncepci zavádění metody BIM (Building Information Modelling) v České republice [online]. [cit. 2019-10-25]. Dostupné z: <https://apps.odok.cz/attachment/-/down/RCIAAS29X875>
- [51] *Státní fond dopravní infrastruktury: Předpis pro informační modelování staveb (BIM) pro stavby dopravní infrastruktury* [online]. [cit. 2019].
- [52] EXPERTNÍ VÝKONNÝ TÝM SFDI PRO BIM. STÁTNÍ FOND DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURY. *Předpis pro informační modelování staveb (BIM) pro stavby dopravní infrastruktury - Datový standard - pro PDPS: Prozatímní verze (září 2019)* [online]. 2019, 45 s. [cit. 2020-2-19].

- [53] ROULE, J. Softwarová podpora pro projektování v elektroenergetice. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 103-105 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Branislav Bátora.
- [54] Best Building Design and Building Information Modeling (BIM) Software: G2 Grid for Building Design and Building Information Modeling (BIM). In: G2. *G2: Business Software and Services Reviews* [online]. Chicago: G2, 2020 [cit. 2020-05-12]. Dostupné z: https://www.g2.com/categories/building-design-and-building-information-modeling-bim?utf8=%E2%9C%93&selected_view=grid#grid
- [55] WALSER, Rainer. DDS-CAD: The Open BIM solution for MEP engineers. In: *Data Design System: A Nemetschek Company* [online]. Utrecht: Data Design System, 2020, s. 2 [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: https://www.dds-cad.net/fileadmin/nl_editorial/INT_editorial/DDS-CAD-Brochure-EN.pdf
- [56] AUTODESK ARCHITECTURE, ENGINEERING & CONSTRUCTION COLLECTION + BONUSY CS+, PRONÁJEM NA 1 ROK. In: CAD STUDIO S.R.O. *Cadeshop* [online]. Ostrava: CAD Studio, 2020, 2020 [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: <https://shop.cadstudio.cz/produkt/autodesk-architecture-engineering-construction-collection-bonusy-cs-344.html>
- [57] ELECTRICAL DESIGN FOR BUILDINGS CADS Electric for Building Systems. In: CADMATIC EAC OY. *CADMATIC* [online]. Kotka: CADMATIC, 2020 [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: http://www.cads.fi/sites/default/files/inline-files/Electric_Features_buildingsystems.pdf
- [58] FineELEC. In: 4M [online]. 2020, 2020 [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: https://www.4msa.com/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=157&lang=en
- [59] ArCADia BIM - Profes.Moduly. In: TECHSOFT S.R.O. *ArCADia BIM Software* [online]. Poprad: TECHSOFT, 2020 [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: <http://obchod.techsoft.sk/cz/eshop/cad-systems/arcadia-bim/category/84-arcadia-bim-profes-moduly/lang-cs-CZ>
- [60] MagiCAD Electrical. In: MAGICAD GROUP OY. *MagiCAD* [online]. Turku Finland: MagiCAD, 2020 [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: https://www.magicad.com/en/mc_software/magicad-electrical/#features-for-revit-mep
- [61] Bentley: *What is Promis.e* [online]. Dokumentace softwaru.
- [62] Promis.e: PRODUCT DATA SHEET. In: BENTLEY SYSTEMS, INCORPORATED. *Bentley* [online]. Exton, United States: Bentley, 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://www.bentley.com/en/search?q=promis.e>
- [63] BENTLEY SYSTEMS, INCORPORATED. Electrical System Design Software. BENTLEY SYSTEMS, INCORPORATED. *Bentley* [online]. Exton, United States: Bentley, 2020, 2020 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://www.bentley.com/en/products/product-line/electrical-and-instrumentation-software/promise>

-
- [64] CAD STUDIO S.R.O. *CADforum: CAD informace, rady, tipy, návody, diskuze a bloky* [online]. Praha: CAD Studio, 2020 [cit. 2020-05-23]. Dostupné z: <https://www.cadforum.cz/cadforum/>
- [65] STÁTNÍ FOND DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURY. CENOVÉ DATABÁZE. STÁTNÍ FOND DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURY. *Státní fond dopravní infrastruktury* [online]. Praha: SFDI, 2020 [cit. 2020-05-26]. Dostupné z: https://www.sfdi.cz/pravidla-metodiky-a-ceniky/cenove-databaze/?fbclid=IwAR360FOwr65cXJIO_wK8iDd90jTO6VAU6X1-TDpSxk-28bDFV0YE4hpRYh

SEZNAM PŘÍLOH

Tištěné:

- PŘÍLOHA A
 - 004 Soupis kabelů
 - 005 Schéma zapojení
 - 006 Trafostanice 22 / 0,4 kV rozvaděče
 - 013 EOVI NN rozvaděč
 - Dispozice
- PŘÍLOHA B
 - Seznam dokumentace
 - Cable Report
 - VN
 - NN ROZVADEC 1
 - NN ROZVADEC 1.3
 - NN ROZVADEC 1.1
 - NN ROZVADEC 1.2
 - NN ROZVADEC 1.4 ZAJISTENA SIT
 - Dispozice

Elektronické:

- PRILOHA A
 - dispozice.dwg
 - soupis_kabelu_a_schemata.dwg
- PRILOHA B
 - ZKUSEBNIKOLEJ
- reference
 - EL PROL.dgn
 - EL PROL KTL.dgn
 - Track BRT.dgn
 - UEEN_color_PANTONE_CZ.pdf

CD:

- **PRILOHA A**

- 004_Soupis_kabelu.pdf
- 005_schema_zapojeni.pdf
- 006_trafostanice_22_0,4_kV.pdf
- 007_drazni_budova.pdf
- 008_venkovni_rozvody_a_osvetleni.pdf
- 009_osvetlovaci_vez_1.pdf
- 010_osvetlovaci_vez_2.pdf
- 011_osvetlovaci_vez_3.pdf
- 012_zasuvkove_skrine_ZS1_ZS2_ZS3.pdf
- 013_EOV1.pdf
- 014_EOV2.pdf
- 015_EOV3.pdf
- 016_EOV1_svorkovnicove_skrinky.pdf
- 017_EOV2_svorkovnicove_skrinky.pdf
- 018_EOV3_svorkovnicove_skrinky.pdf
- Dispozice_EOV1.pdf
- Dispozice_OV1.pdf
- Dispozice_OV2_EOV2.pdf
- Dispozice_OV3_EOV3.pdf
- Dispozice_OV3_EOV3_zbytek.pdf
- Dispozice_trafostanice_drazni_budova.pdf
- Dispozice_ZS2.pdf
- Dispozice_ZS3.pdf
- dispozice.dwg
- soupis_kabelu_a_schemata.dwg

- PŘÍLOHA B

- sez_dokumentu.pdf
- seznam_kabelu.pdf
- 2_VN.pdf
- 3_NN_ROZVADEC_1.pdf
- 4_NN_ROZVADEC_1.3.pdf
- 5_NN_ROZVADEC_1.1.pdf
- 6_NN_ROZVADEC_1.2.pdf
- 7_NN_ROZVADEC_1.4.pdf
- 8_NN_ROZVADEC_DRAZNI_BUDOVA.pdf
- 9_NN_ROZVADEC_VENKOVNI_ROZVODY_A_OSVETLENI.pdf
- 10_NN_ROZVADEC_EOV1.pdf
- 11_NN_ROZVADEC_EOV2.pdf
- 12_NN_ROZVADEC_EOV3.pdf
- 13_NN_ROZVADEC_ZABEZPECOVACI_ZARIZENI.pdf
- 14_NN_ROZVADEC_SDELOVACI_ZARIZENI.pdf
- dispozice_EOV1.pdf
- dispozice_OS1-OS5.pdf
- dispozice_OS3-OS10.pdf
- dispozice_trafostanice.pdf
- ZKUSEBNIKOLEJ

- reference

- EL_PROL.dgn
- EL_PROL_KTL.dgn
- Track_BRT.dgn
- UEEN_color_PANTONE_CZ.pdf

PŘÍLOHA A

Název části	Počet stran
004 Soupis kabelů	3
005 Schéma zapojení	7
006 Trafostanice 22 / 0,4 kV rozvaděče	8
013 EOVI NN rozvaděč	5
Dispozice	4

			ČÍSLO SOUPRAVY:
REVIZE Č.	DATUM	ZMĚNA	

Ústav elektroenergetiky
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Vysoké učení technické v Brně
Technická 3082/12
616 00 Brno

+420 541 14 6220
ueen@feec.vutbr.cz
www.ueen.feec.vutbr.cz



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH ústav
TECHNOLOGIÍ elektroenergetiky

HIP: ING. BRANISLAV BÁTORA Ph.D. tel.: +420 54114 6240	Podpis:	Název a účel díla: "Moderní přístupy k projektování elektrických zařízení se zaměřením na železniční stavby"
Stupeň: PROJEKT		

Zpracovatelský útvar: stř. S71 - elektro tel.: -	Název části díla: Stavební část Trakční a energetická zařízení	E E.3
Vedoucí útvaru: -	Podpis:	

Odpovědný projektant: Bc. Jan Forejtník	Podpis:	Název přílohy: Soupis kabelů	Změna: -
Vypracoval: Bc. Jan Forejtník	Podpis:		Číslo příl.: 004
Skart. znak: -	Datum: BŘEZEN 2020		
Počet formátů: 1xA4	Měřítka:		

Soupis kabelů

Soupis kabelů 2/3

Číslo kabelu	Druh kabelu	Průřez (mm2)	Délka (m)	Spojuje			
				Zařízení	Ukončení	Zařízení	Ukončení
WL1	-	-	-	přívod	-	VN rozvaděč	-
WL2	-	-	10	VN rozvaděč	-	transformátor	-
WL3	-	-	10	transformátor	-	NN rozvaděč 1	-
WL4	-	-	10	NN rozvaděč 1	-	NN rozvaděč 1.3	-
WL5	-	-	3	NN rozvaděč 1	-	NN rozvaděč 1.1	-
WL6	-	-	5	NN rozvaděč 1	-	NN rozvaděč 1.2	-
WL7	-	-	40	NN rozvaděč 1.1	-	NN rozvaděč drážní budova	-
WL8	-	-	17	NN rozvaděč 1.1	-	NN rozvaděč venkovní rozvody a osvětlení	-
WS8	-	-	32	NN rozvaděč venkovní rozvody a osvětlení	-	ovládací terminál	-
WL8.1	-	-	740	NN rozvaděč venkovní rozvody a osvětlení	-	NN rozvaděč OV1	-
WL8.1.1	-	-	30	NN rozvaděč OV1	-	OV1	-
WL8.2	-	-	313	NN rozvaděč venkovní rozvody a osvětlení	-	NN rozvaděč OV2	-
WL8.2.1	-	-	35	NN rozvaděč OV2	-	OV2	-
WL8.3	-	-	512	NN rozvaděč venkovní rozvody a osvětlení	-	NN rozvaděč OV3	-
WL8.3.1	-	-	35	NN rozvaděč OV3	-	OV3	-
WL8.4	-	-	135	NN rozvaděč venkovní rozvody a osvětlení	-	OS1, OS2, OS3, OS4	-
WL8.5	-	-	222	NN rozvaděč venkovní rozvody a osvětlení	-	OS5, OS6, OS7, OS8, OS9, OS10, OS11	-
WL8.6	-	-	27	NN rozvaděč venkovní rozvody a osvětlení	-	ZS2	-
WL8.6.1	-	-	120	ZS2	-	ZS1	-
WL8.6.2	-	-	313	NN rozvaděč 1.2	-	NN rozvaděč EO2	-
WL9	-	-	10	NN rozvaděč 1.1	-	NN rozvaděč zajištěná síť	-
WL10	-	-	657	NN rozvaděč 1.2	-	NN rozvaděč EO1	-
WS10	-	-	710	NN rozvaděč EO1	-	ovládací terminál	-
WS10.1	-	-	30	NN rozvaděč EO1	-	T1	-
WL10.O1	-	-	150	NN rozvaděč EO1	-	XO1.1	-
WL10.O2	-	-	2	XO1.1	-	XO1.2	-
WL10.O3	-	-	20	NN rozvaděč EO1	-	XO1.3	-
WL10.O4	-	-	2	XO1.3	-	XO1.4	-
WL10.O5	-	-	20	NN rozvaděč EO1	-	XO1.5	-
WL10.O6	-	-	2	XO1.5	-	XO1.6	-
WL10.T1	-	-	145	NN rozvaděč EO1	-	XT1.1	-
WL10.T2	-	-	2	XT1.1	-	XT1.2	-
WL10.T3	-	-	22	NN rozvaděč EO1	-	XT1.3	-
WL10.T4	-	-	2	XT1.3	-	XT1.4	-
WL10.T5	-	-	22	NN rozvaděč EO1	-	XT1.5	-
WL10.T6	-	-	2	XT1.5	-	XT1.6	-
WL11	-	-	325	NN rozvaděč 1.2	-	NN rozvaděč EO2	-
WS11	-	-	375	NN rozvaděč EO2	-	ovládací terminál	-
WS11.1	-	-	20	NN rozvaděč EO2	-	T2	-
WL11.O1	-	-	15	NN rozvaděč EO2	-	XO2.1	-
WL11.O2	-	-	2	XO2.1	-	XO2.2	-
WL11.O3	-	-	35	NN rozvaděč EO2	-	XO2.3	-
WL11.O4	-	-	2	XO2.3	-	XO2.4	-
WL11.O5	-	-	45	NN rozvaděč EO2	-	XO2.5	-
WL11.O6	-	-	2	XO2.5	-	XO2.6	-
WL11.T1	-	-	18	NN rozvaděč EO2	-	XT2.1	-
WL11.T2	-	-	2	XT2.1	-	XT2.2	-
WL11.T3	-	-	30	NN rozvaděč EO2	-	XT2.3	-
WL11.T4	-	-	2	XT2.3	-	XT2.4	-
WL11.T5	-	-	50	NN rozvaděč EO2	-	XT2.5	-
WL11.T6	-	-	2	XT2.5	-	XT2.6	-

Číslo kabelu	Druh kabelu	Průřez (mm2)	Délka (m)	Spojuje			
				Zařízení	Ukončení	Zařízení	Ukončení
WL12	-	-	500	NN rozvaděč 1.2	-	NN rozvaděč EOVS	-
WS12	-	-	550	NN rozvaděč EOVS	-	ovládací terminál	-
WS12.1	-	-	15	NN rozvaděč EOVS	-	T3	-
WL12.O1	-	-	10	NN rozvaděč EOVS	-	XO3.1	-
WL12.O2	-	-	2	XO3.1	-	XO3.2	-
WL12.O3	-	-	30	NN rozvaděč EOVS	-	XO3.3	-
WL12.O4	-	-	2	XO3.3	-	XO3.4	-
WL12.O5	-	-	160	NN rozvaděč EOVS	-	XO3.5	-
WL12.O6	-	-	2	XO3.5	-	XO3.6	-
WL12.T1	-	-	8	NN rozvaděč EOVS	-	XT3.1	-
WL12.T2	-	-	2	XT3.1	-	XT3.2	-
WL12.T3	-	-	35	NN rozvaděč EOVS	-	XT3.3	-
WL12.T4	-	-	2	XT3.3	-	XT3.4	-
WL12.T5	-	-	150	NN rozvaděč EOVS	-	XT3.5	-
WL12.T6	-	-	2	XT3.5	-	XT3.6	-
WL13	-	-	-	NN rozvaděč zajištěná síť	-	zab. zař.	-
WL14	-	-	-	NN rozvaděč zajištěná síť	-	sděl. zař.	-
WL15	CYKY	1,5	15	NN rozvaděč 1.3	-	světla	-
WL16	CYKY	2,5	8	NN rozvaděč 1.3	-	zásuvky	-

			ČÍSLO SOUPRAVY:
REVIZE Č.	DATUM	ZMĚNA	

Ústav elektroenergetiky
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Vysoké učení technické v Brně
Technická 3082/12
616 00 Brno

+420 541 14 6220
ueen@feec.vutbr.cz
www.ueen.feec.vutbr.cz

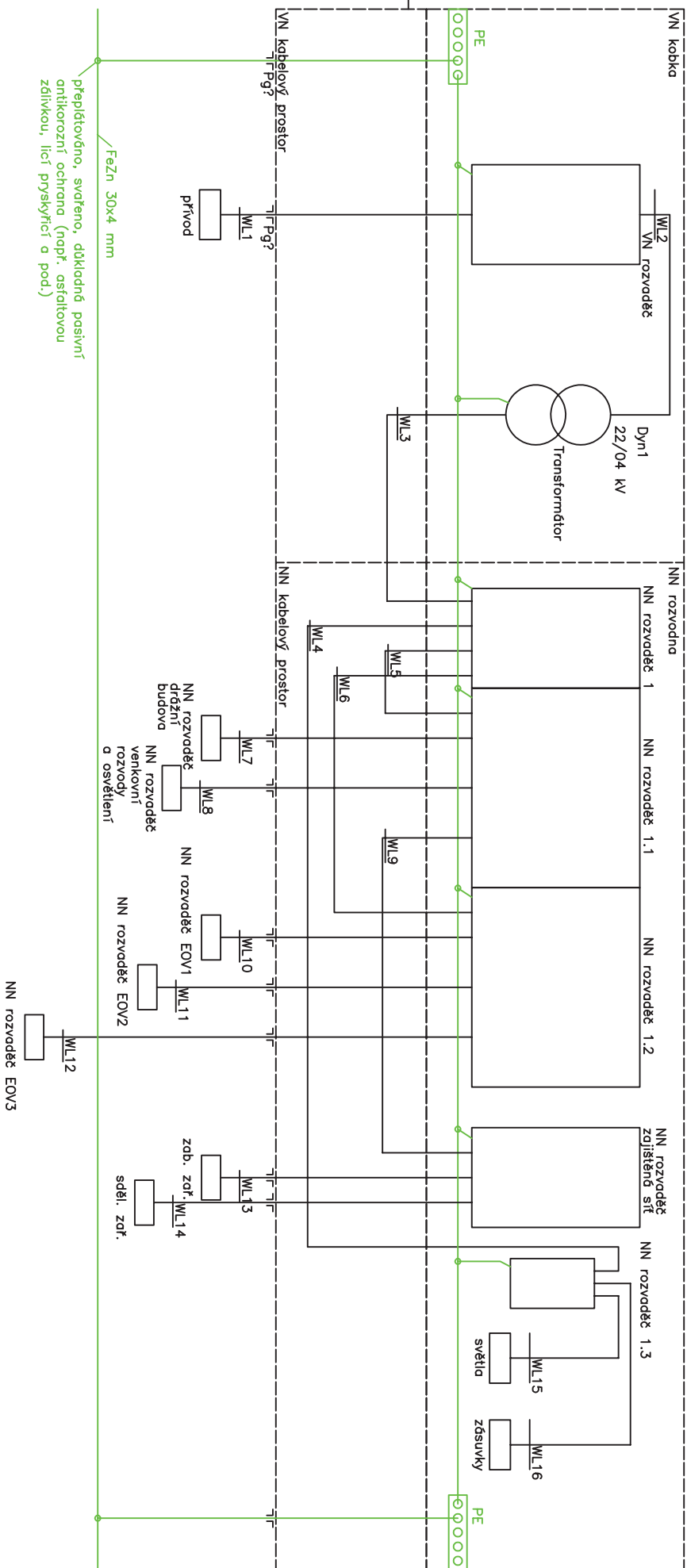


HIP: ING. BRANISLAV BÁTORA Ph.D. tel.: +420 54114 6240	Podpis:	Název a účel díla: "Moderní přístupy k projektování elektrických zařízení se zaměřením na železniční stavby"
Stupeň: PROJEKT		

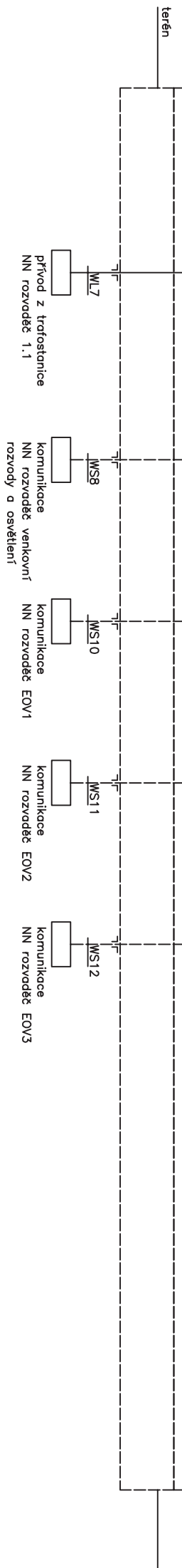
Zpracovatelský útvar: stř. S71 - elektro tel.: -	Název části díla: Stavební část Trakční a energetická zařízení Elektrické rozvody	E E.3 E.3.4
Vedoucí útvaru: -	Podpis:	

Odpovědný projektant: Bc. Jan Forejtník	Podpis:	Název přílohy: Schéma zapojení	Změna: -
Vypracoval: Bc. Jan Forejtník	Podpis:		Číslo příl.: 005
Skart. znak: -	Datum: BŘEZEN 2020		
Počet formátů: 3xA4	Měřítka:		

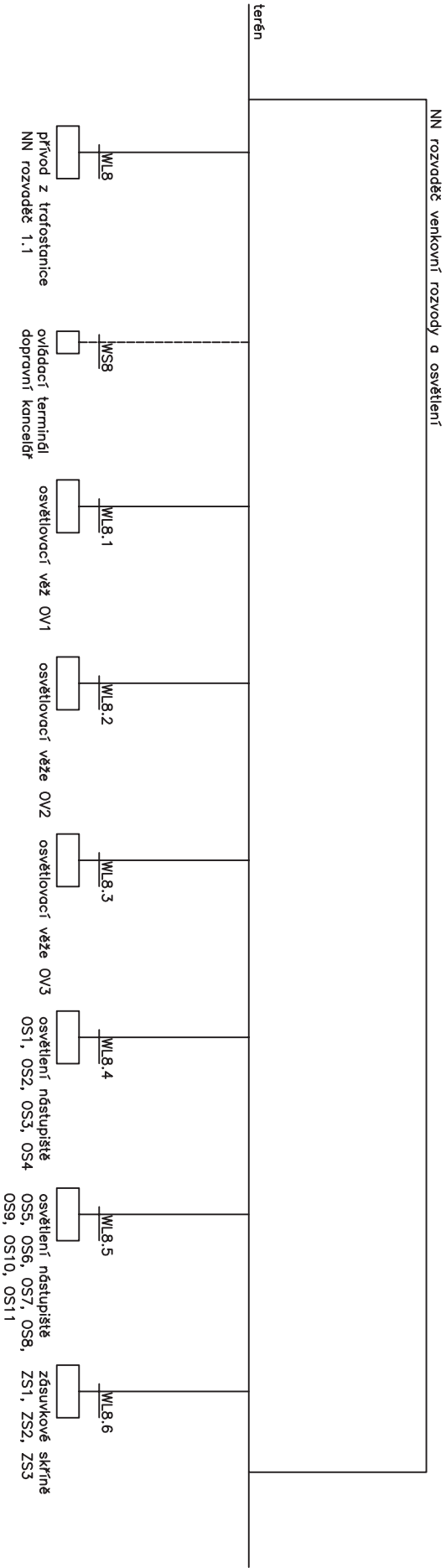
Trafostanice 22 / 0,4 kV - schéma zapojení



Drážní budova - schéma zapojení

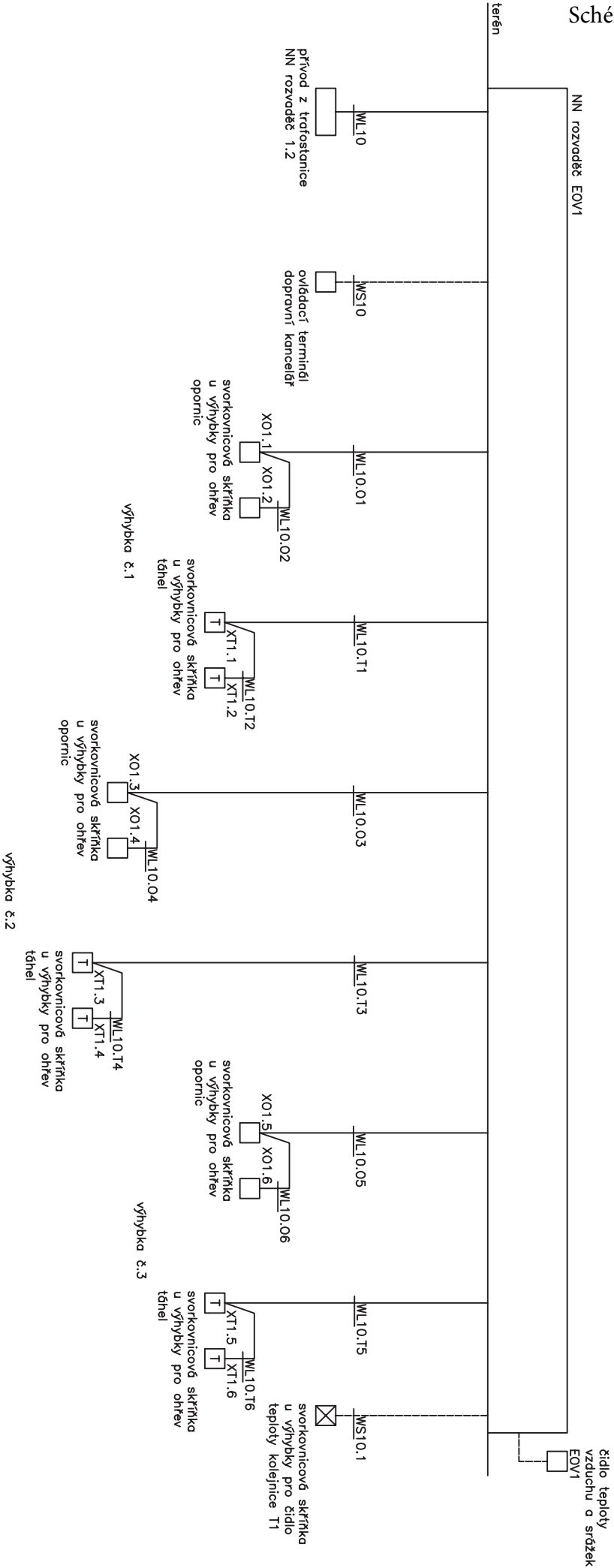


Venkovní rozvody a osvětlení - schéma zapojení



EOV1 - schéma zapojení

Schéma zapojení 5/7

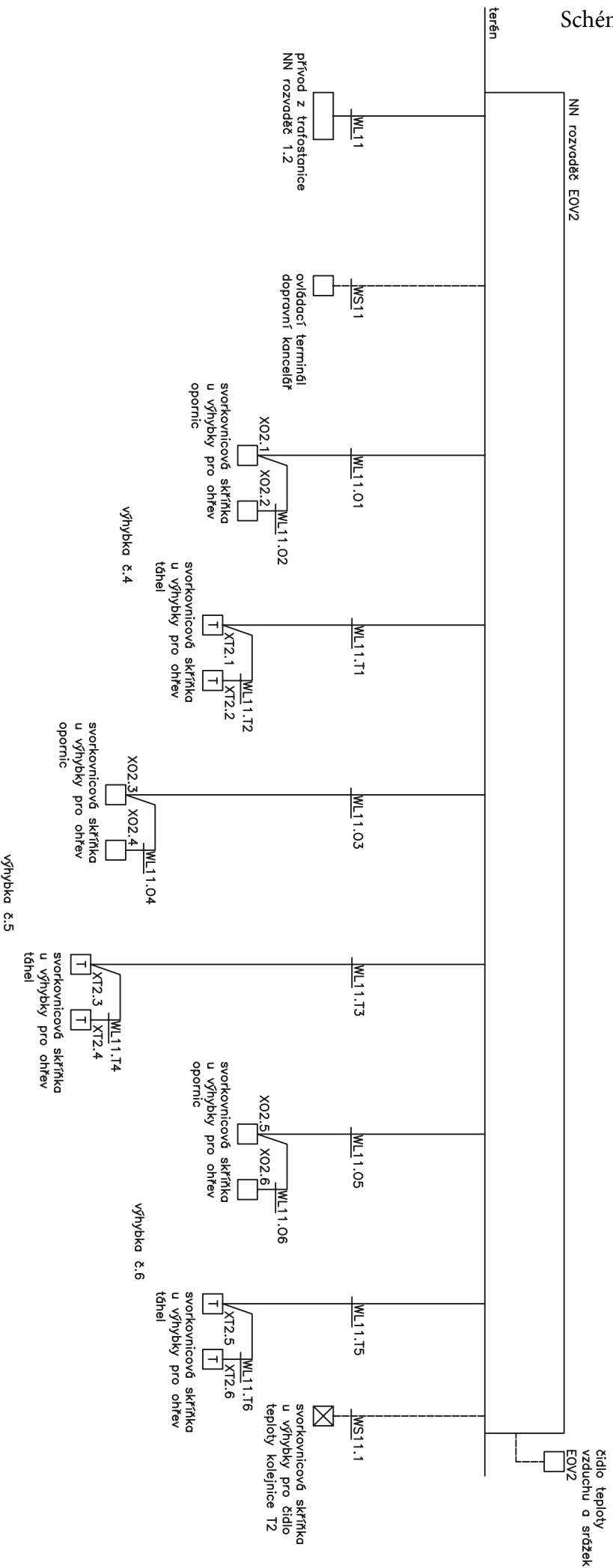


Legenda

— silový kabel
- - - ovládací kabel

EOV2 - schéma zapojení

Schéma zapojení 6/7

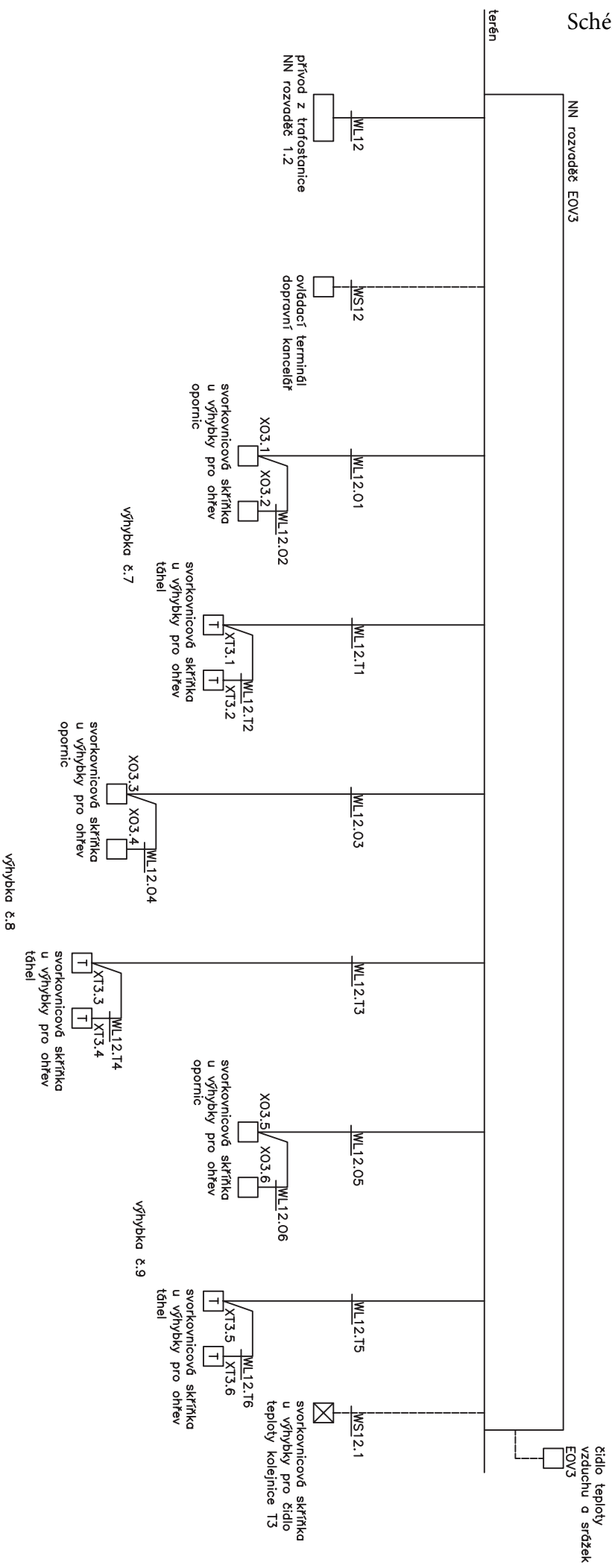


Legenda

- silový kabel
ovládací kabel

EOV3 - schéma zapojení

Schéma zapojení 7/7



Legenda

silový kabel

ovládací kabel

			ČÍSLO SOUPRAVY:
REVIZE Č.	DATUM	ZMĚNA	

Ústav elektroenergetiky
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Vysoké učení technické v Brně
Technická 3082/12
616 00 Brno

+420 541 14 6220
ueen@feec.vutbr.cz
www.ueen.feec.vutbr.cz



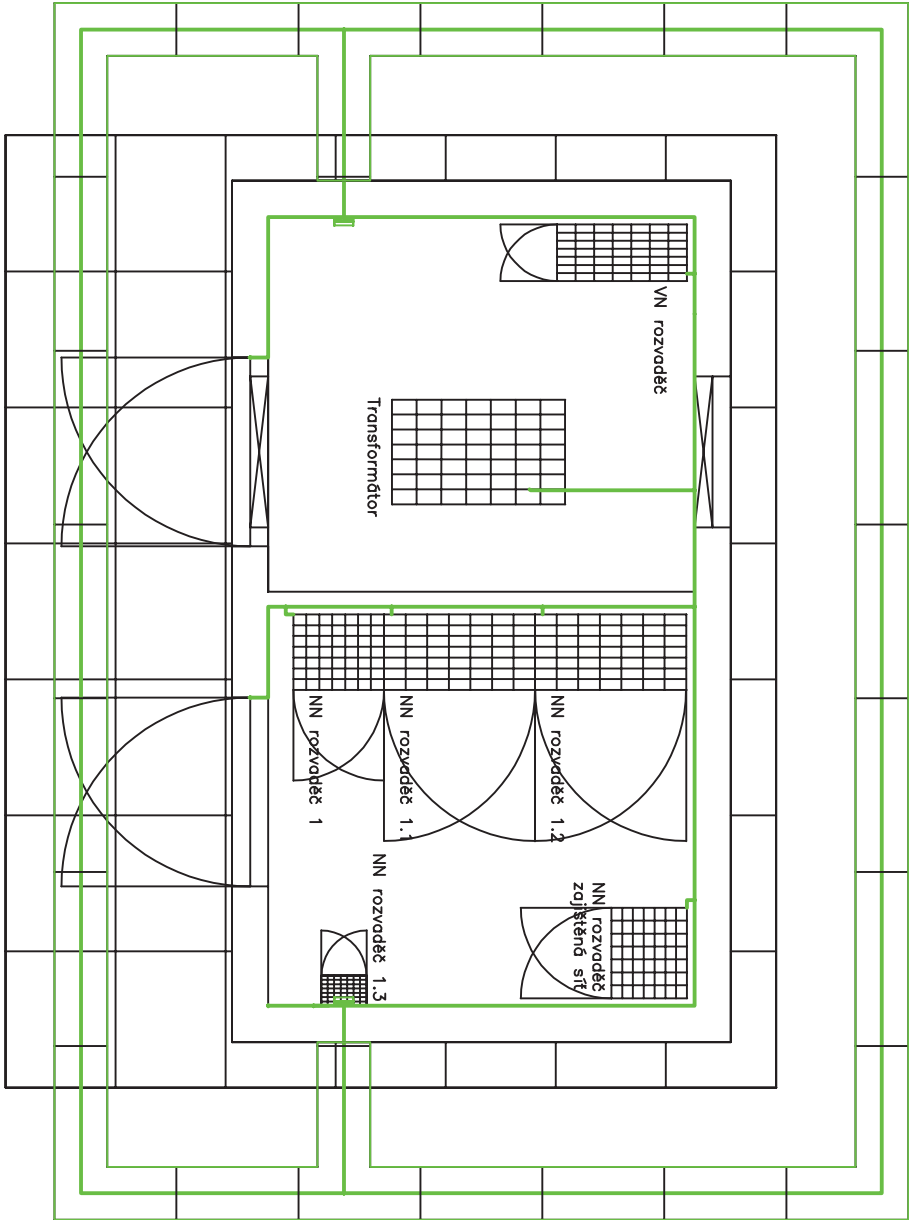
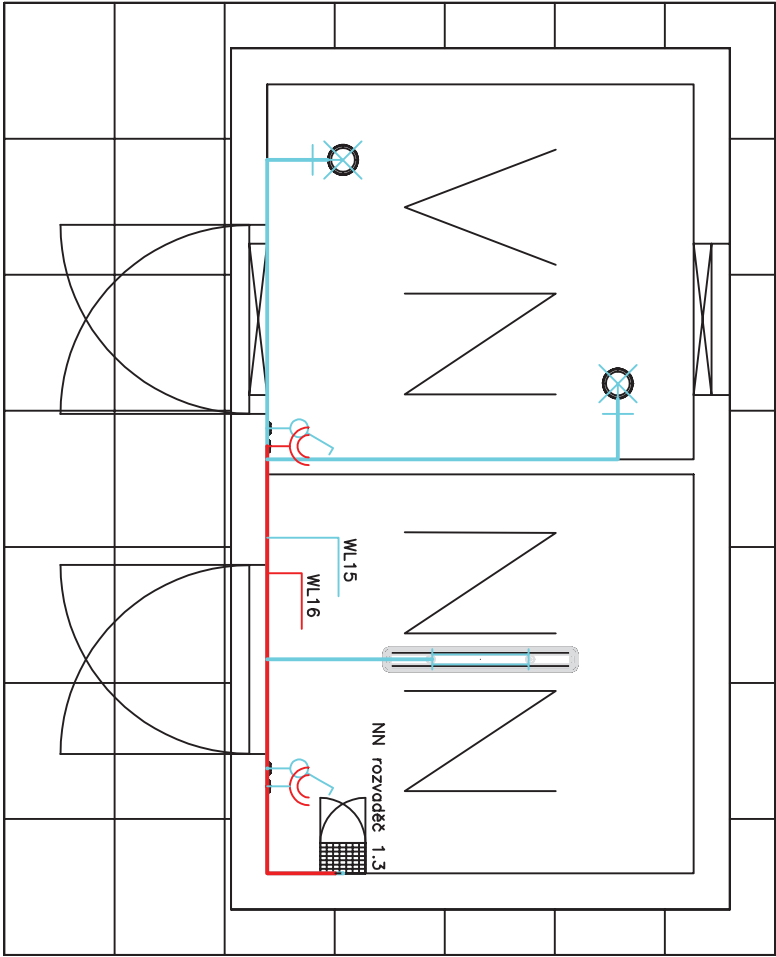
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH ústav
TECHNOLOGIÍ elektroenergetiky

HIP: ING. BRANISLAV BÁTORA Ph.D. tel.: +420 54114 6240	Podpis:	Název a účel díla: "Moderní přístupy k projektování elektrických zařízení se zaměřením na železniční stavby"
Stupeň: PROJEKT		

Zpracovatelský útvar: stř. S71 - elektro tel.: -	Název části díla: Stavební část Trakční a energetická zařízení Trafostanice	E E.3 E.3.5
Vedoucí útvaru: -	Podpis:	

Odpovědný projektant: Bc. Jan Forejtník	Podpis:	Trafostanice 22 / 0,4 kV rozvaděče	Změna: -
Vypracoval: Bc. Jan Forejtník	Podpis:		Číslo příl.: 006
Skart. znak: -	Datum: BŘEZEN 2020		
Počet formátů: 7xA4	Měřítka:		

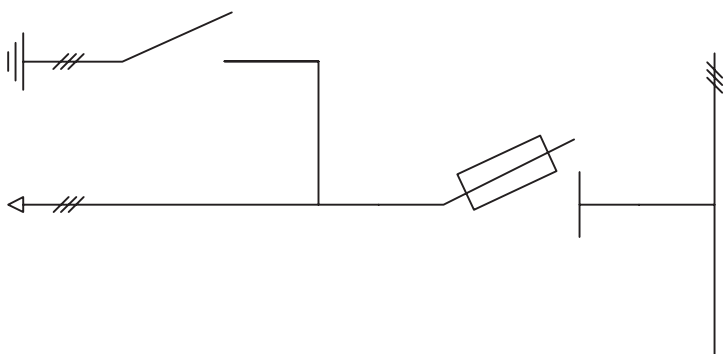
Trafostanice 22 / 0,4 kV - dispozice elektroinstalace a uzemnění - 1:50



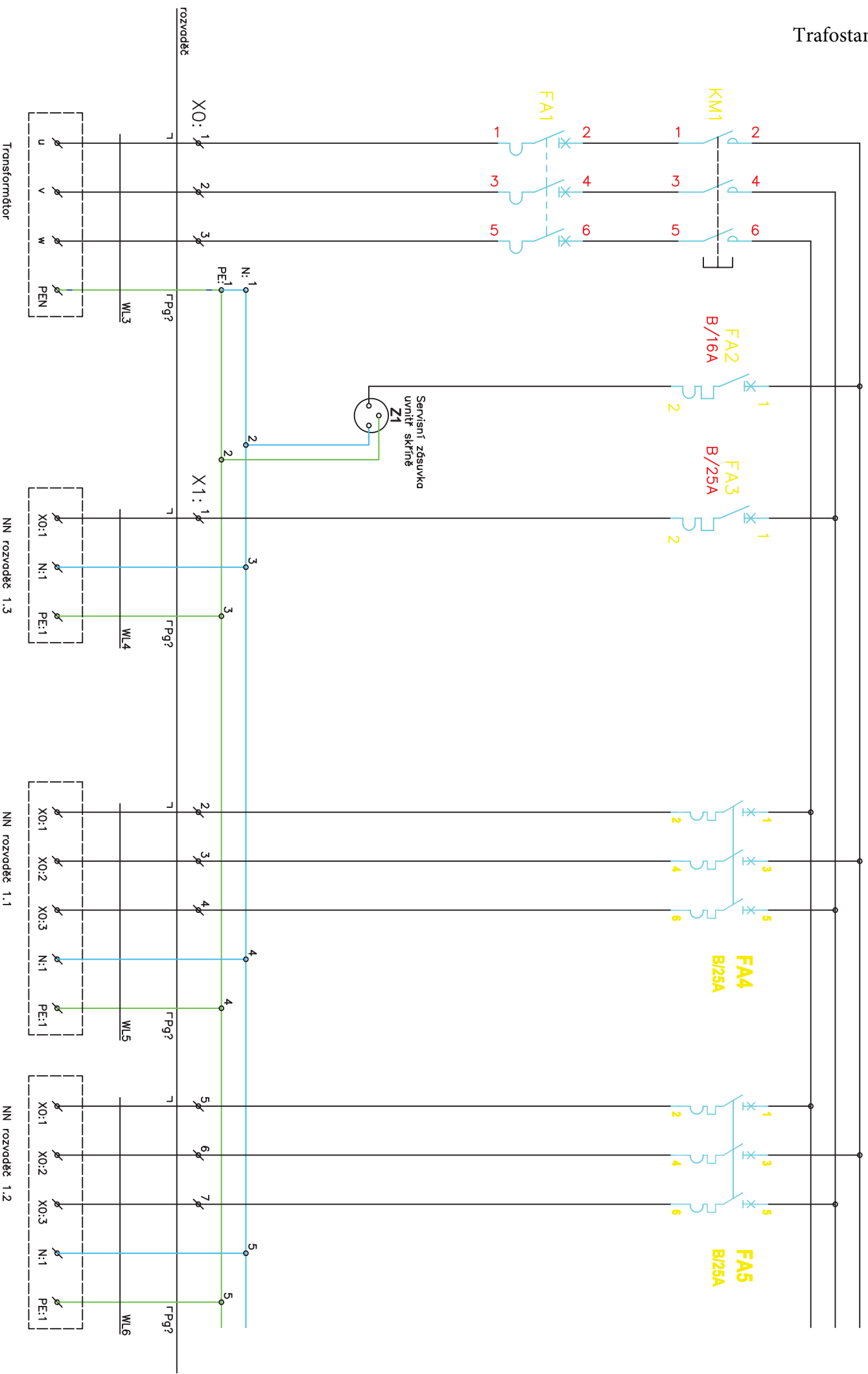
Legenda

	kabel světla
	kabel zásuvky
	zemnicí pássek
	plocha výkopu pro uzemnění

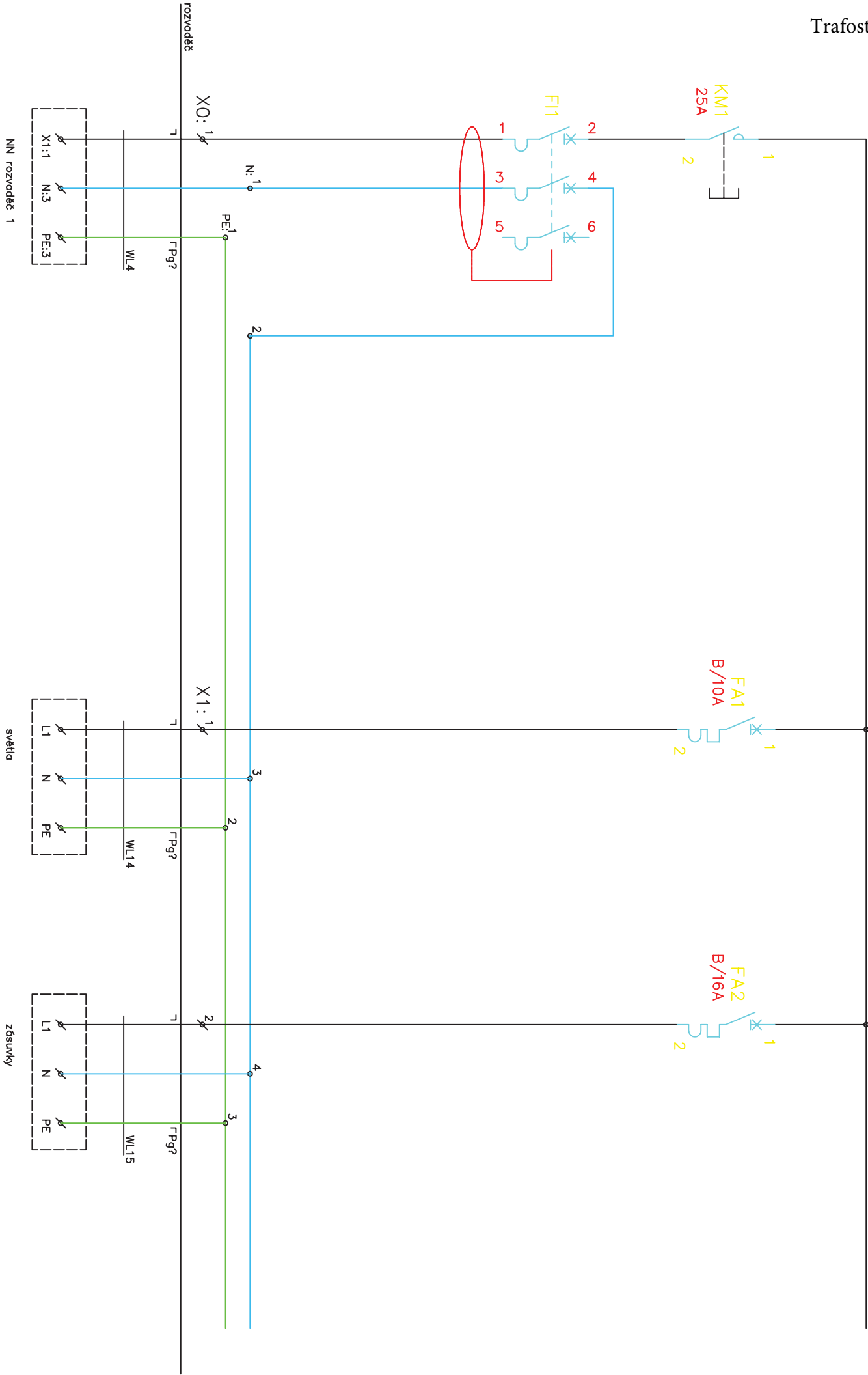
Trafostanice 22 / 0,4 kV - VN rozvaděč



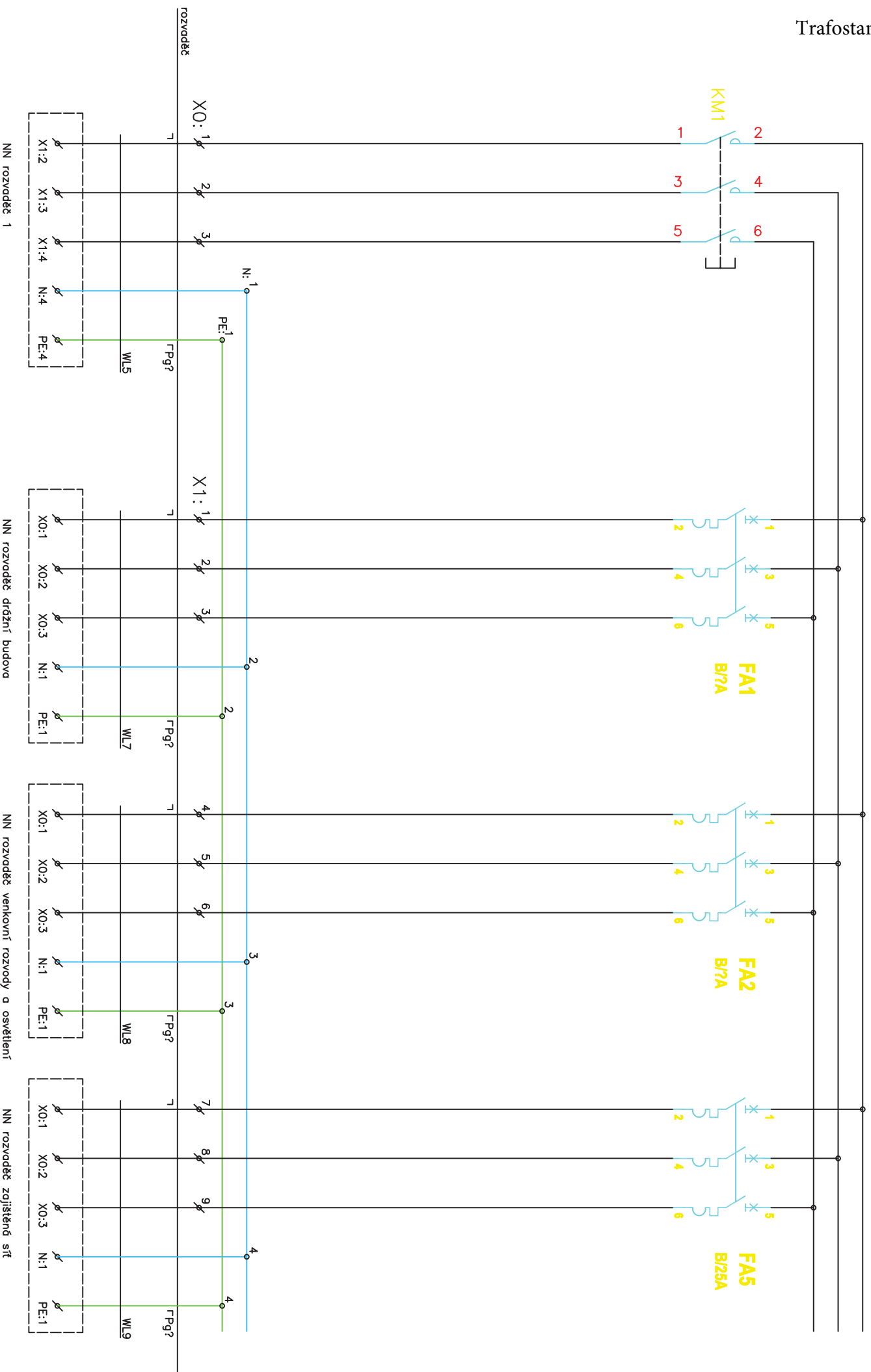
Trafostanice 22 / 0,4 kV - NN rozvaděč 1



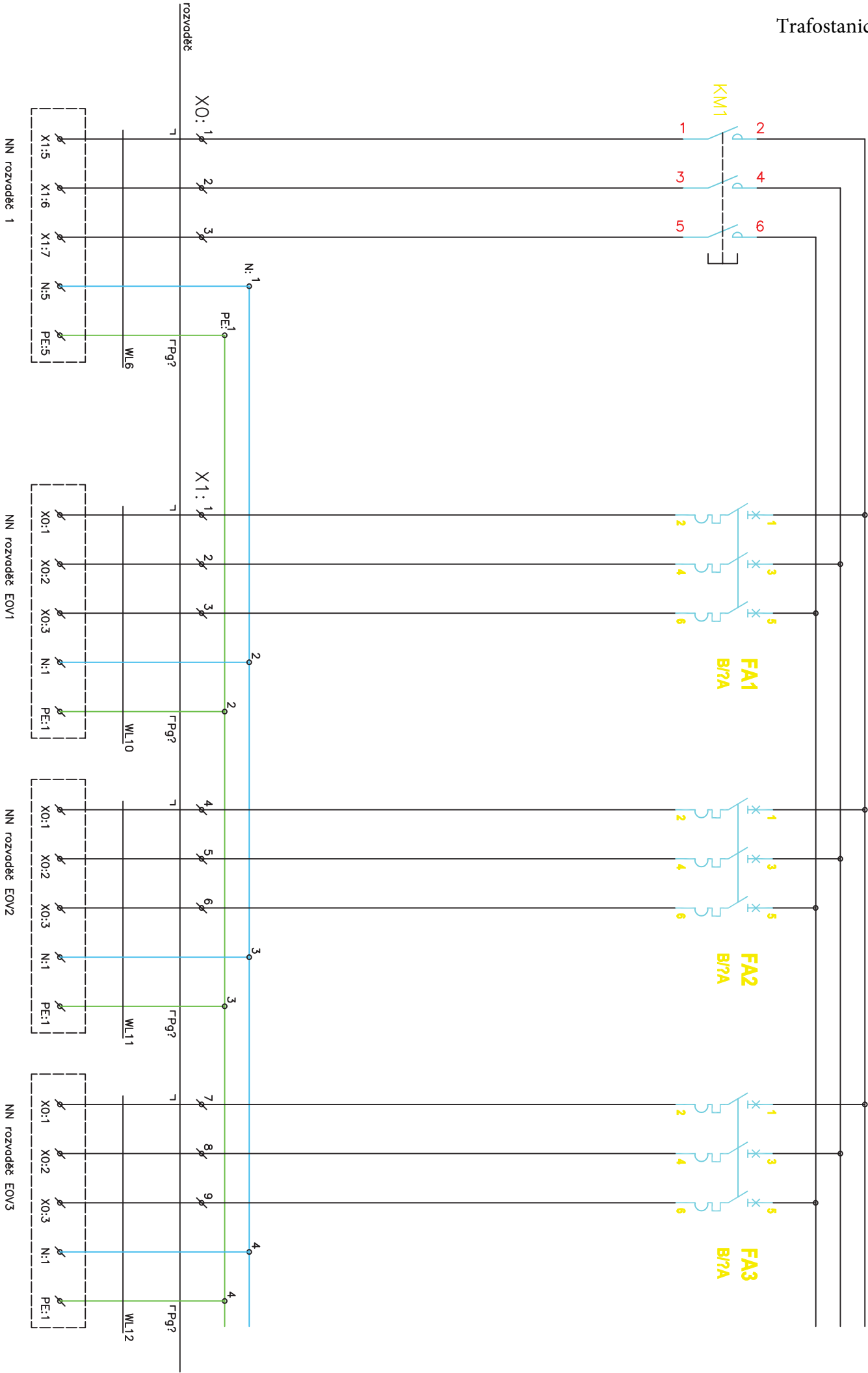
Trafostanice 22 / 0,4 kV - NN rozvaděč 1.3



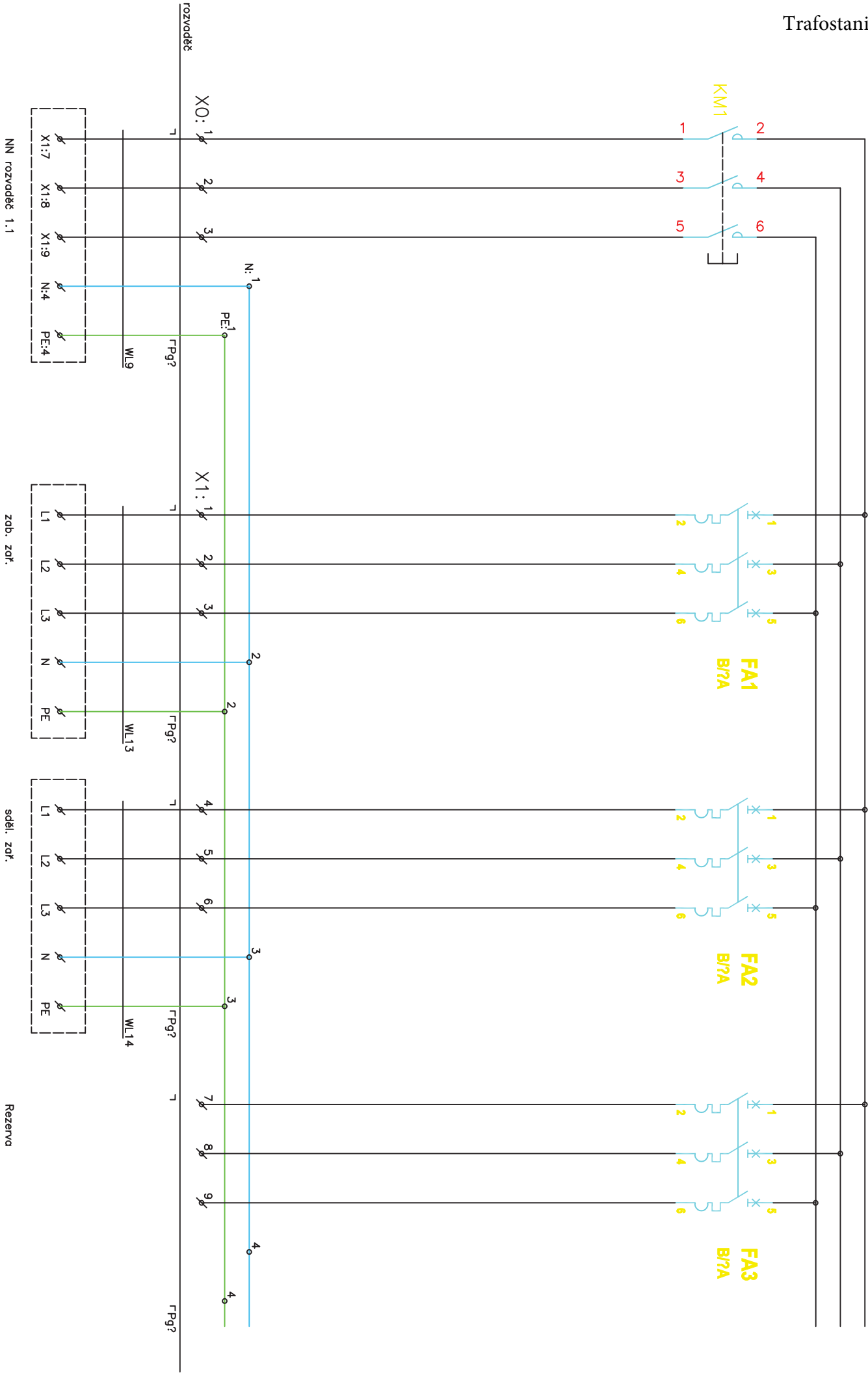
Trafo stanice 22 / 0,4 kV - NN rozvaděč 1.1



Trafostanice 22 / 0,4 kV - NN rozvaděč 1.2



Trafostanice 22 / 0,4 kV - NN rozvaděč zajištěná síť



			ČÍSLO SOUPRAVY:
REVIZE Č.	DATUM	ZMĚNA	

Ústav elektroenergetiky
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Vysoké učení technické v Brně
Technická 3082/12
616 00 Brno

+420 541 14 6220
ueen@feec.vutbr.cz
www.ueen.feec.vutbr.cz

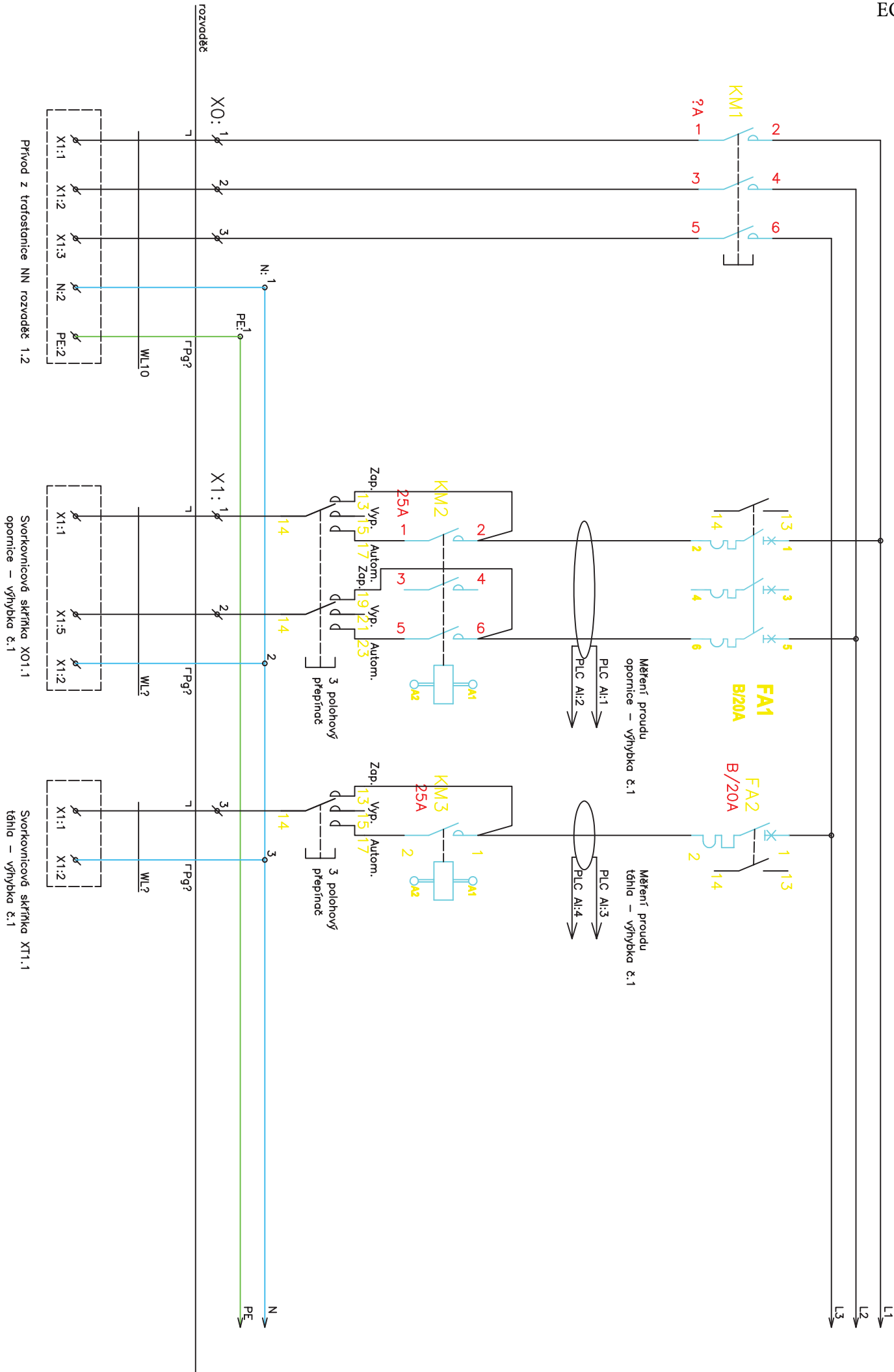


HIP: ING. BRANISLAV BÁTORA Ph.D. tel.: +420 54114 6240	Podpis:	Název a účel díla: "Moderní přístupy k projektování elektrických zařízení se zaměřením na železniční stavby"
Stupeň: PROJEKT		

Zpracovatelský útvar: stř. S71 - elektro tel.: -	Název části díla: Stavební část Trakční a energetická zařízení Ohřev výměn (EOV)	E E.3 E.3.8
Vedoucí útvaru: -	Podpis:	

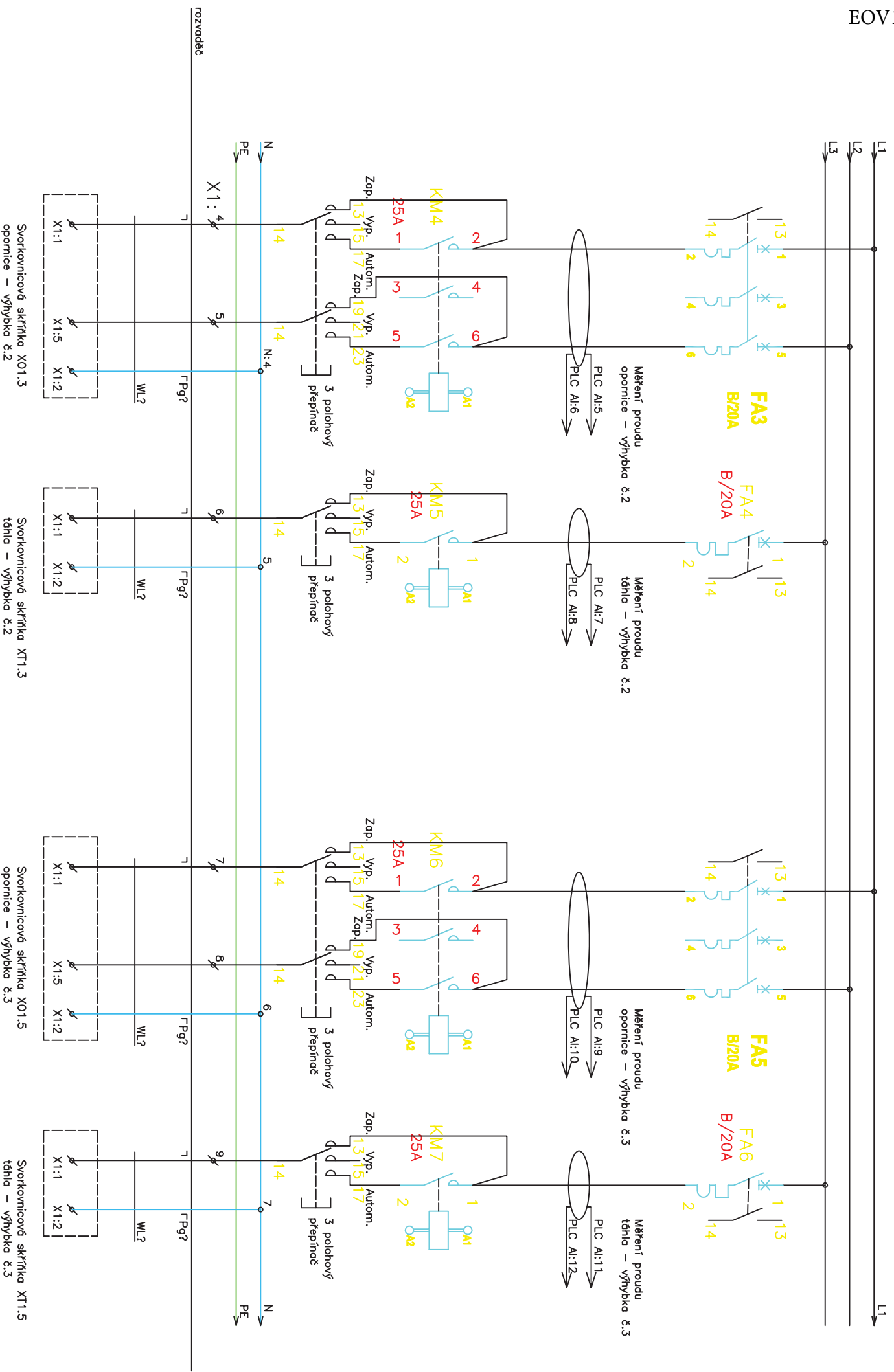
Odpovědný projektant: Bc. Jan Forejtník	Podpis:	EOV1 NN rozvaděč	Změna:
Vypracoval: Bc. Jan Forejtník	Podpis:		-
Skart. znak: -	Datum: BŘEZEN 2020		Číslo příl.:
Počet formátů: 4x A4	Měřítko:		013

EOV1 - NN rozvaděč



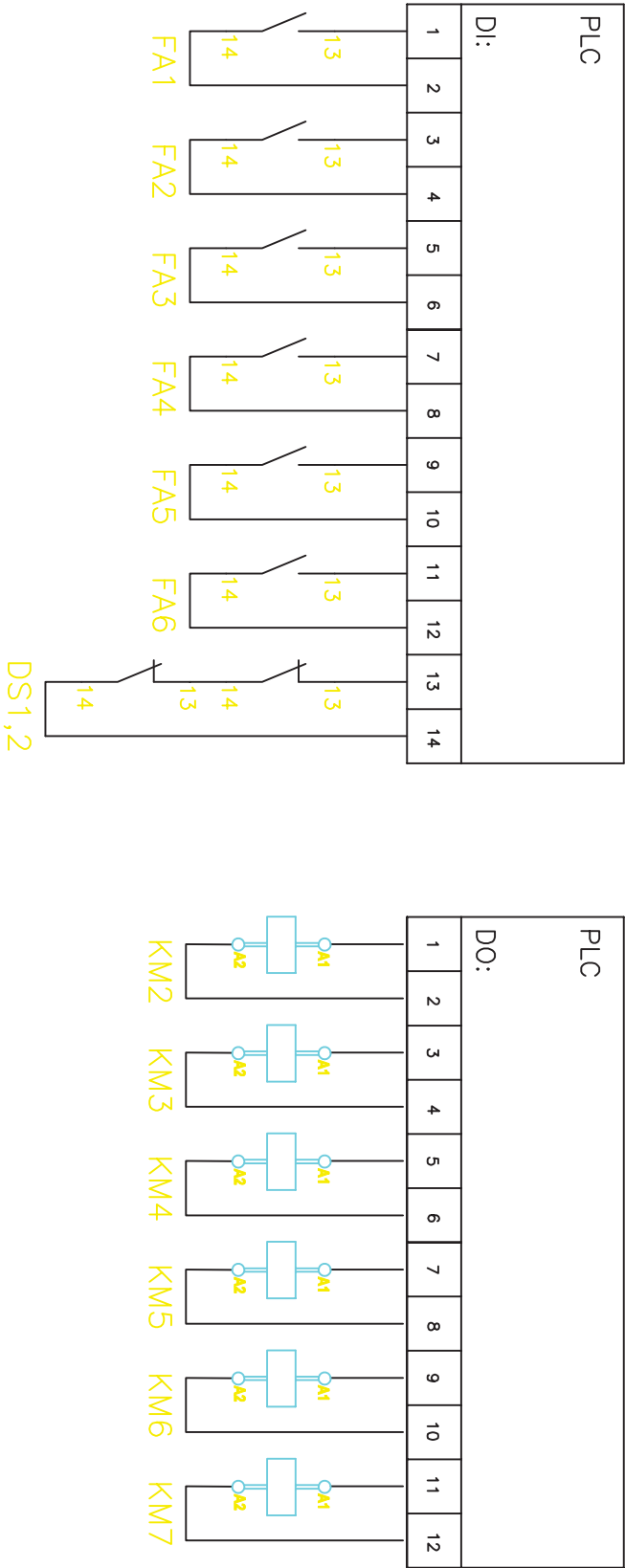
EOV1 - NN rozvaděč

EOV1 3/5



EOV1 - NN rozvaděč

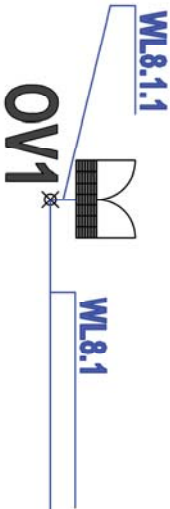
EOV1 4/5



rozvaděč

Dveřní kontakt

NN rozvaděč OV1



Spann = 55.2 m

Spann = 55.3 m

KM478+ 169.3

2-1



KM2+ 599.9

KM478+ 213.8



KM2+ 644.5

KM478+ 729.7

WL8.1

ZS2

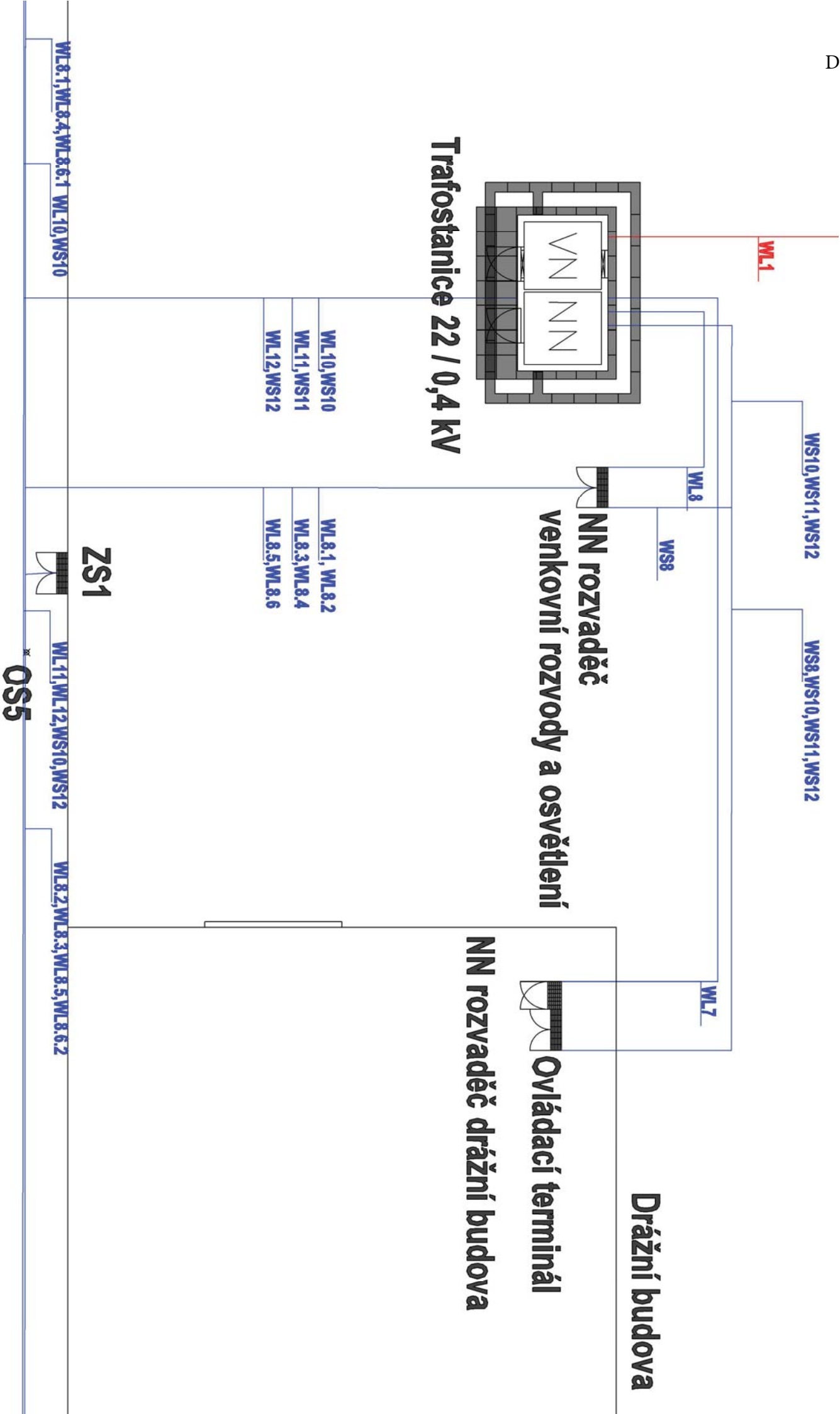
WL8.1, WL8.6.1

OS1

478-11



KM0+ 506.0



PŘÍLOHA B

Název části	Počet stran
Seznam dokumentace	1
Cable Report	2
VN	1
NN ROZVADEC 1	1
NN ROZVADEC 1.3	1
NN ROZVADEC 1.1	1
NN ROZVADEC 1.2	1
NN ROZVADEC 1.4 ZAJISTENA SIT	1
Dispozice	4

Seznam dokumentace

Installation	Location	Page No.	Page Mode	Date Created
BIM MODEL		1	3D Layout Mode	28.02.2020
VN		2	Schematic Mode	10.04.2020
NN ROZVADEC 1		3	Schematic Mode	11.04.2020
NN ROZVADEC 1.3		4	Schematic Mode	18.04.2020
NN ROZVADEC 1.1		5	Schematic Mode	21.04.2020
NN ROZVADEC 1.2		6	Schematic Mode	11.05.2020
NN ROZVADEC 1.4 ZAJISTENA SIT		7	Schematic Mode	11.05.2020
NN ROZVADEC DRAZNI BUDOVA		8	Schematic Mode	15.05.2020
NN ROZVADEC VENKOVNI ROZVODY A OSVETLENI		9	Schematic Mode	15.05.2020
NN ROZVADEC EOVS		10	Schematic Mode	15.05.2020
NN ROZVADEC EOVS		11	Schematic Mode	15.05.2020
NN ROZVADEC EOVS		12	Schematic Mode	15.05.2020
NN ROZVADEC ZABEZPECOVACI ZARIZENI		13	Schematic Mode	15.05.2020
NN ROZVADEC SDELOVACI ZARIZENI		14	Schematic Mode	15.05.2020

Cable Report - Overview

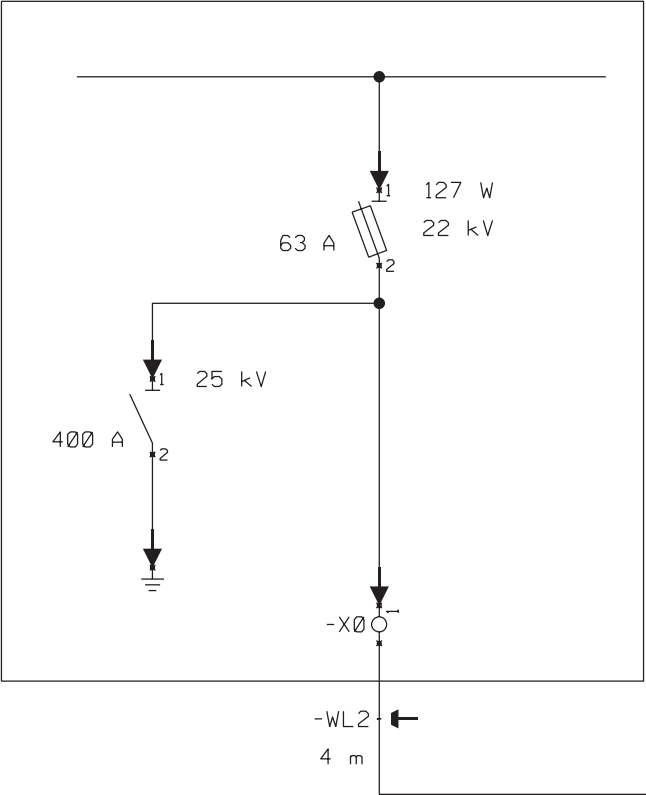
21/05/2020

Project Name ZKUSEBNIKOLEJ
Description diplomová práce
Job Number MMSN
Drawing Number 1

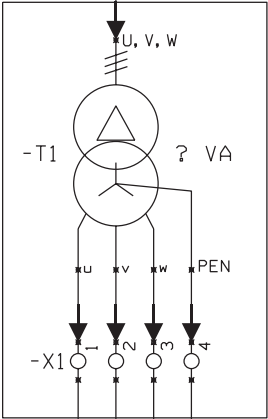
Installation	Location	Cable ID	Cable Type	Part Number	Length	Cores Used	From Installation	location	To Installation	Location
		WL2	PVC/PVC		4 m	1	1 VN ROZVADEC		A TRANSFORMA TOR	
		WL3	PVC/PVC		5 m	4	A TRANSFORMA TOR		NN ROZVADEC 1	
		WL4	PVC/PVC		6 m	3	NN ROZVADEC 1		NN ROZVADEC 1.3	
		WL5	PVC/PVC		2 m	5	NN ROZVADEC 1		NN ROZVADEC 1.1	
		WL6	PVC/PVC		3 m	5	NN ROZVADEC 1		NN ROZVADEC 1.2	
		WL7	PVC/PVC		53 m	5	NN ROZVADEC 1.1		NN ROZVADEC DRAZNI BUDOVA	
		WL8	PVC/PVC		19 m	5	NN ROZVADEC 1.1		NN ROZVADEC VENKOVNI ROZVODY A OSVETLENI	
		WL9	PVC/PVC		5 m	5	NN ROZVADEC 1.1		NN ROZVADEC 1.4 ZAJISTENA SIT	
		WL10	PVC/PVC		660 m	5	NN ROZVADEC 1.2		NN ROZVADEC EOV1	
		WL11	PVC/PVC			5	NN ROZVADEC 1.2		NN ROZVADEC EOV2	
		WL12	PVC/PVC			5	NN ROZVADEC 1.2		NN ROZVADEC EOV3	

Installation	Location	Cable ID	Cable Type	Part Number	Length	Cores Used	From Installation	location	To Installation	Location
		WL13	PVC/PVC		48 m	5	NN ROZVADEC 1.4 ZAJISTENA SIT		NN ROZVADEC ZABEZPECOVA CI ZARIZENI	
		WL14	PVC/PVC		48 m	5	NN ROZVADEC 1.4 ZAJISTENA SIT		NN ROZVADEC SDELOVACI ZARIZENI	
		WL15	PVC/PVC		19 m	3	NN ROZVADEC 1.3		SVETLA	
		WL16	PVC/PVC		8 m	3	NN ROZVADEC 1.3		ZASUVKY	

=1 VN ROZVADEC



=A TRANSFORMATOR



-WL3
5 m
RE
WH
BL
EART

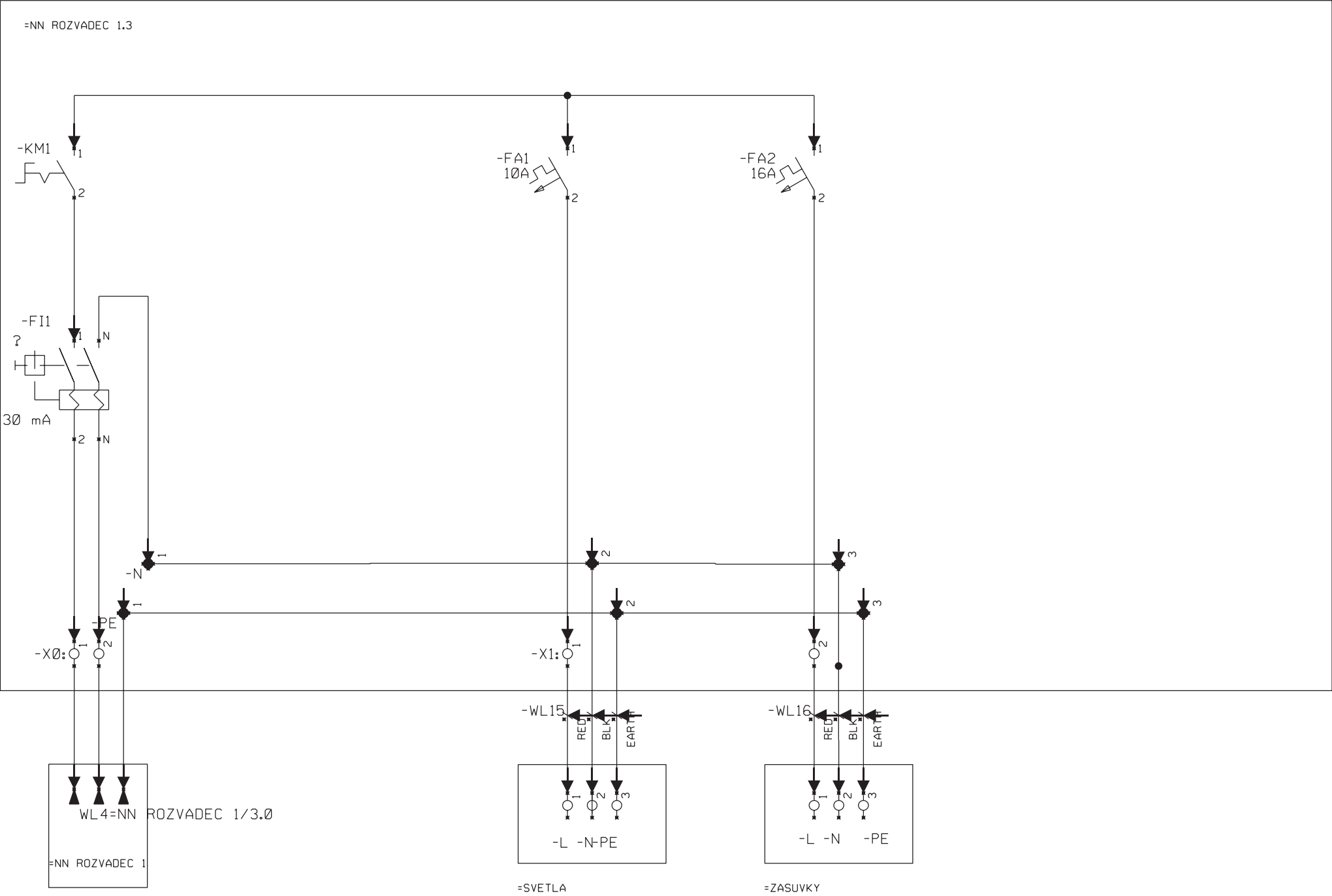


WL3=NN ROZVADEC 1/3.0
=NN ROZVADEC 1

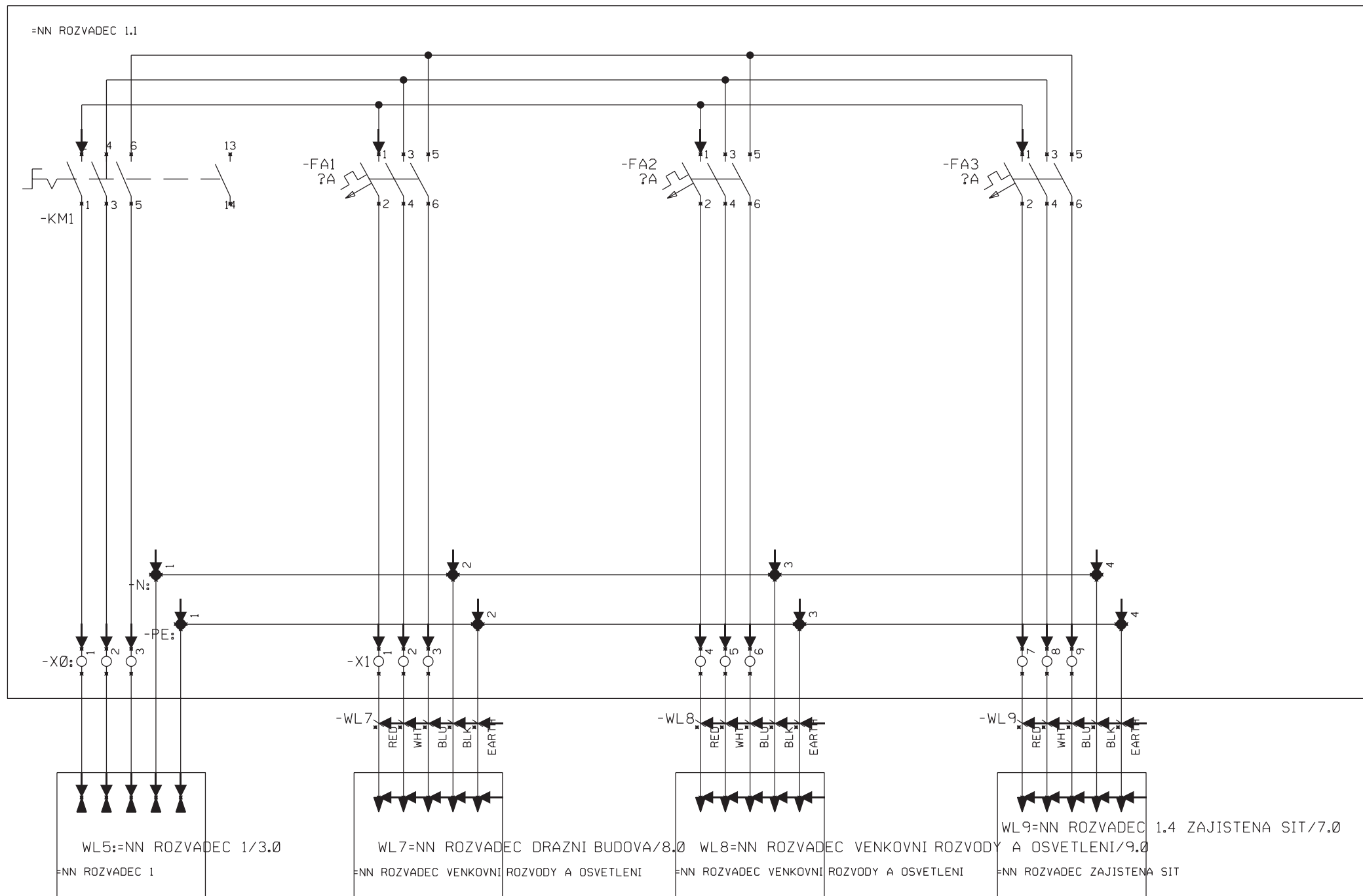
	Datum	Jméno	Ústav elektroenergetiky Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií Vysoké učení technické v Brně Technická 3082/12, 616 00 Brno	Název projektu ZKUSEBNIKOLEJ		= VN	
Kreslil	10.04.2020	Bc. Jan Forejtník		Číslo projektu MMSN		+	
Kontrola				Číslo výkresu 1		List 14	2 Listy



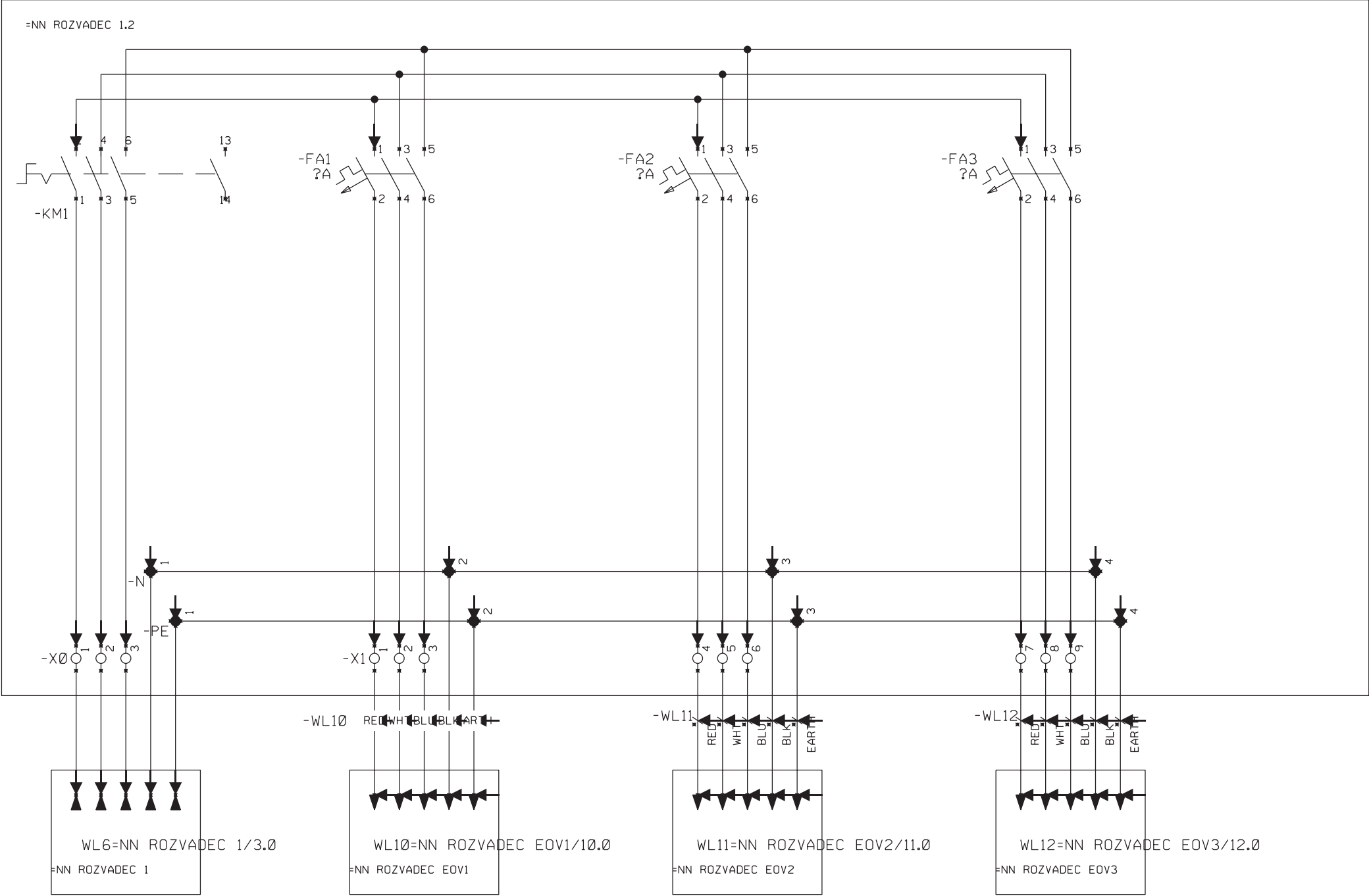
	Datum	Jméno	Ústav elektroenergetiky Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií Vysoké učení technické v Brně Technická 3082/12, 616 00 Brno	Název projektu ZKUSEBNÍKOLEJ		= NN ROZVADEC 1	
Kreslil	23.05.2020	Bc. Jan Forejtník				+	
Kontrola				Číslo projektu MMSN	Číslo výkresu 1	List 14	3 Listy



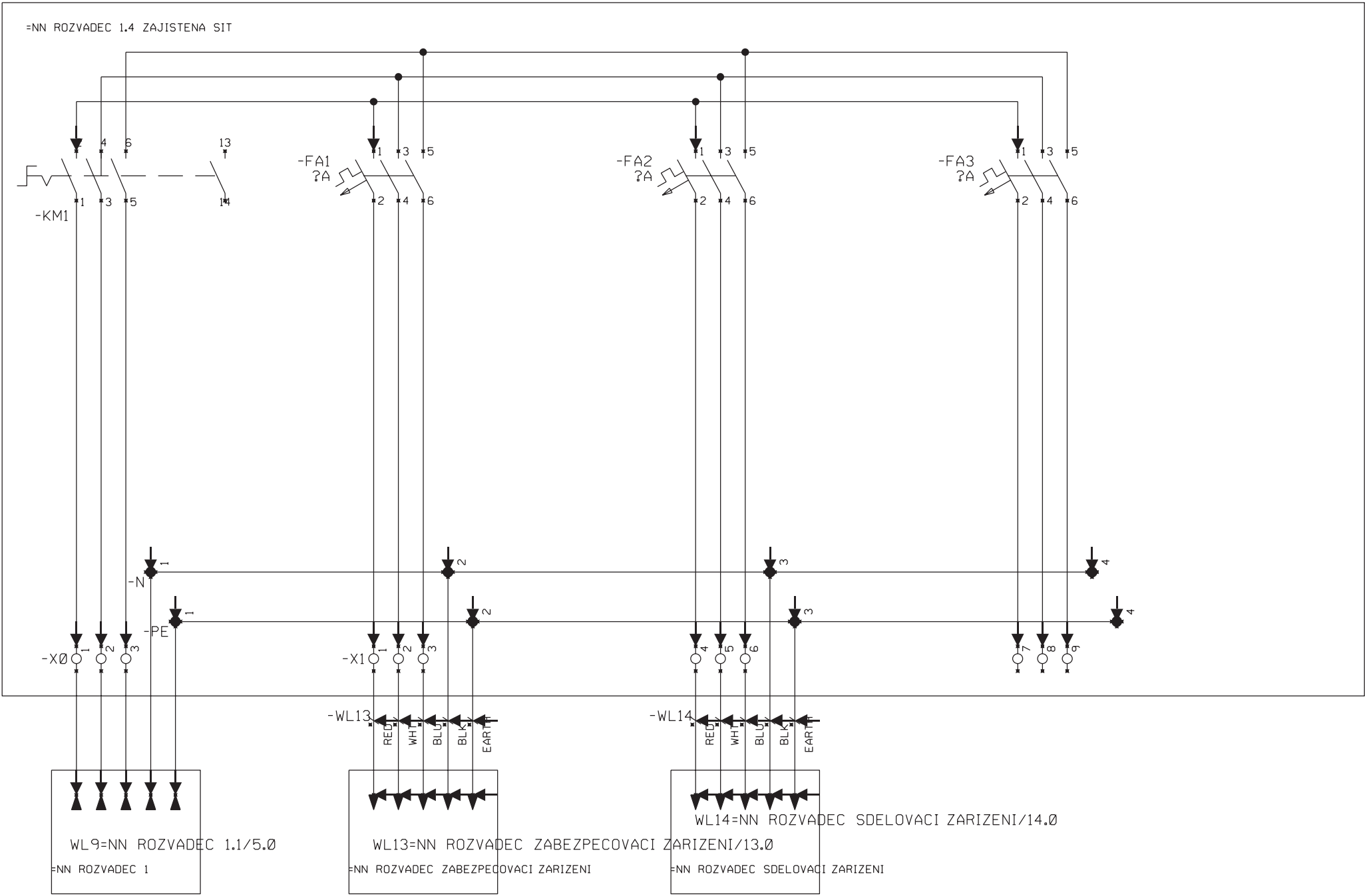
	Datum	Jméno	Ústav elektroenergetiky Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií Vysoké učení technické v Brně Technická 3082/12, 616 00 Brno	Název projektu ZKUSEBNÍKOLEJ		= NN ROZVADEC 1.3	
Kreslil	18.04.2020	Bc. Jan Forejtník				+	
Kontrola				Číslo projektu MMSN	Číslo výkresu 1	List 14	4 Listy



	Datum	Jméno	Ústav elektroenergetiky Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií Vysoké učení technické v Brně Technická 3082/12, 616 00 Brno	Název projektu ZKUSEBNÍKOLEJ		= NN ROZVADEC 1.1	
Kreslil	21.04.2020	Bc. Jan Forejtník				+	
Kontrola				Číslo projektu MMSN	Číslo výkresu 1	List 14	5 Listy



	Datum	Jméno	Ústav elektroenergetiky Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií Vysoké učení technické v Brně Technická 3082/12, 616 00 Brno	Název projektu ZKUSEBNÍKOLEJ		= NN ROZVADEC 1.2	
Kreslil	11.05.2020	Bc. Jan Forejtník		Číslo projektu MMSN		+	
Kontrola				Číslo výkresu 1		List 14	6 Listy



	Datum	Jméno	Ústav elektroenergetiky Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií Vysoké učení technické v Brně Technická 3082/12, 616 00 Brno		Název projektu ZKUSEBNIKOLEJ		= NN ROZVADEC 1.4 ZAJISTENA SIT	
Kreslil	11.05.2020	Bc. Jan Forejtník			Číslo projektu MMSN		+	
Kontrola					Číslo výkresu 1		List 14	7 Listy

